

organizadores:
Thiago Santana de Oliveira
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Ronaldo de Jesus Barros

ENGENHARIA CIVIL

CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS

volume 4



Thiago Santana de Oliveira
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Ronaldo de Jesus Barros
(Organizadores)

ENGENHARIA CIVIL
CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS
VOLUME 4

EDITORA PASCAL
2024

Editor Chefe: Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr. Glauber Túlio Fonseca Coelho

Dr. André Leonardo Demaison Medeiros Maia

Dr. Moisés dos Santos Rocha

Dr. Wellinton de Assunção

Dr^a Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr. Raimundo Luna Neres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F118e

Coletânea Engenharia Civil: contribuições conceituais / Thiago Santana de Oliveira, Mirian Nunes de Carvalho Nunes e Ronaldo de Jesus Barros (Org). São Luís - Editora Pascal, 2024.

529 f. : il.: (Engenharia Civil: contribuições conceituais; v. 4)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-088-3

D.O.I.: 10.29327/5422252

1. Engenharia Civil. 2. Conceitos. 3. Profissionalização. 4. Miscelânea. I. Oliveira, Thiago Santana de. II. Nunes, Mirian Nunes de Carvalho. III. Barros, Ronaldo de Jesus. IV. Título.

CDU: 624+373.6

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2024

APRESENTAÇÃO

A engenharia civil, considerada uma das áreas mais antigas e essenciais da engenharia tem um importante papel na sociedade moderna. Assim como outras áreas, está em constante evolução e inovação. Seu aporte vai além da construção de edificações e infraestrutura, sua responsabilidade está em projetar, construir e manter seguro as estruturas responsáveis pelas necessidades básicas da sociedade como moradia, transporte, saneamento básico e água potável.

Na economia, a engenharia civil impacta diretamente pois tem sua responsabilidade também em projetos de grande porte, como pontes, rodovias, ferrovias, portos e aeroportos. Dessa forma geram investimentos em infraestrutura e criam empregos diretos e indiretos e, assim impulsiona a economia e o desenvolvimentos social.

Suas responsabilidades estão voltadas também para área da segurança, do bem-estar da sociedade, com vista para as questões ambientais com o fim de garantir que as normas de regulamentação sejam aplicadas corretamente. Devido às alterações climáticas e a necessidade de construir estruturas mais sustentáveis, os projetos são desenvolvidos para serem seguros e duráveis, de maneira a diminuir riscos para a população. A engenharia civil está cada vez mais voltada para a implementação de soluções sustentáveis e ecológicas.

A engenharia civil em situações de emergência é primordial, como em desastres naturais ou pandemias, por atuar na infraestrutura danificada e trabalhar na reconstrução ou adaptação para atender às novas necessidades. Em resumo, a engenharia civil é uma área fundamental para o desenvolvimento sustentável da sociedade, garantindo que as necessidades básicas da população sejam atendidas de forma segura e eficiente.

A tecnologia também exerce uma função primordial na engenharia civil hoje, com o uso de software avançado de modelagem e simulação, permitindo análises mais precisas e eficientes de estruturas e projetos. Além disso, novos materiais de construção, como materiais compósitos com excelente resistência e durabilidade, estão sendo desenvolvidos e aplicados. A digitalização também está mudando a forma como os projetos de engenharia civil são gerenciados, desde o conceito até a execução e a manutenção. A utilização de ferramentas BIM (Building Information Modeling) permite uma colaboração mais eficaz entre as equipes de projeto e construção, e a coleta de dados em tempo real pode ajudar a melhorar o gerenciamento e a eficiência do projeto.

Este livro reúne informações acerca de vários temas relacionados a Engenharia Civil, é uma fonte de informação aos interessados sobre o assunto que desejam ampliar seus conhecimentos e compreender a relevância da área para a sociedade. Aproveite e aprenda com esta obra.

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

*Especialista em Arte, Educação e Tecnologias Contemporâneas.
Professora dos cursos de Engenharia da Faculdade Anhanguera*

ORGANIZADORES

Thiago Santana de Oliveira

Bacharel em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal do Maranhão (2004), com mestrado em Engenharia de Materiais (2016), na mesma instituição. Atuou como profissional nas áreas de siderurgia e gerenciamento de frota de veículos e equipamentos a diesel, com bons conhecimentos nas ferramentas de gestão da manutenção e produção. Ministra aulas desde 2005, sendo a experiência inicial no ensino médio e técnico. Atualmente, trabalha no ensino superior, onde possui experiência de 10 anos, e técnico, ocupando os cargos de docente e coordenador de curso. Responsável pela organização de eventos na instituição e gestão de documentação dos cursos que coordeno. Possui importantes publicações na área.

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Graduada em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Graduada em Formação Pedagógica de Docentes para as áreas do Ensino Médio e Profissionalizante pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Pós-Graduada Gestão Educacional pela Faculdades Integradas Potencial - FIP - Cotias - SP; em Arte, Educação e Tecnologias Contemporâneas pela Universidade de Brasília - UnB e em Docência do Ensino Superior pela Universidade Candido Mendes RJ. Exerce cargo de Professora na Faculdade Anhanguera São Luís - MA, ministrando as disciplinas de Desenho Técnico, Desenho Técnico Mecânico no programa computacional Inventor da Autodesk, Desenho Técnico Projetivo no programa computacional AutoCAD da Autodesk e Orientação de TCC. Atuou como Professora EaD da disciplina de Desenho Técnico de 2013 a 2020 no Curso de Segurança do Trabalho pela UEMANET.

Ronaldo de Jesus Barros

Possui formação técnica em Mecânica Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA (2012); Graduação em Engenharia Mecânica pela Faculdade Pitágoras de São Luís (2019); Especializações em Engenharia de Materiais (2021) e Docência do Ensino Superior (2021), ambas pela Universidade Norte do Paraná. Atualmente (2023), é professor no ensino superior de engenharia na Faculdade Anhanguera de São Luís e está cursando Mestrando em Engenharia Mecânica com ênfase em Processos de Fabricação Mecânica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
ANÁLISE DE DOSAGEM DE CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO DE FUNDAÇÕES	
Fernanda Nunes Azevedo	
CAPÍTULO 2.....	24
A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS	
Rayllane Fernanda Silva Costa	
CAPÍTULO 3.....	33
IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO NO CAMPO DE AÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL	
Joallison Bruno Silva Viera	
CAPÍTULO 4	45
EFICIÊNCIA DA NR 18 EM OBRAS DE PEQUENO PORTE	
Caio Henrique Vale Vieira	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
Andreia Jane Leandro Camara	
CAPÍTULO 5.....	56
UMIDADE E INFILTRAÇÕES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ruan Silva de Asevedo	
Lucas Gabriel Silva Moraes	
CAPÍTULO 6.....	64
PATOLOGIAS DE CONSTRUÇÕES: PROBLEMAS OCASIONADOS PELA FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA EDIFICAÇÃO	
Werbeth Furtado Diniz	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 7.....	74
APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS BIM EM PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL	
Luciano Campos	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 8	83
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO PATOLÓGICO: ANÁLISE SOBRE AS CAUSAS E IMPACTOS DA PATOLOGIA EM PRÉDIOS HISTÓRICOS	
Gustavo Henrique Coutinho Schalcher	
Rafael Marochi	

Wellington Santos Araújo
Orlando Benício

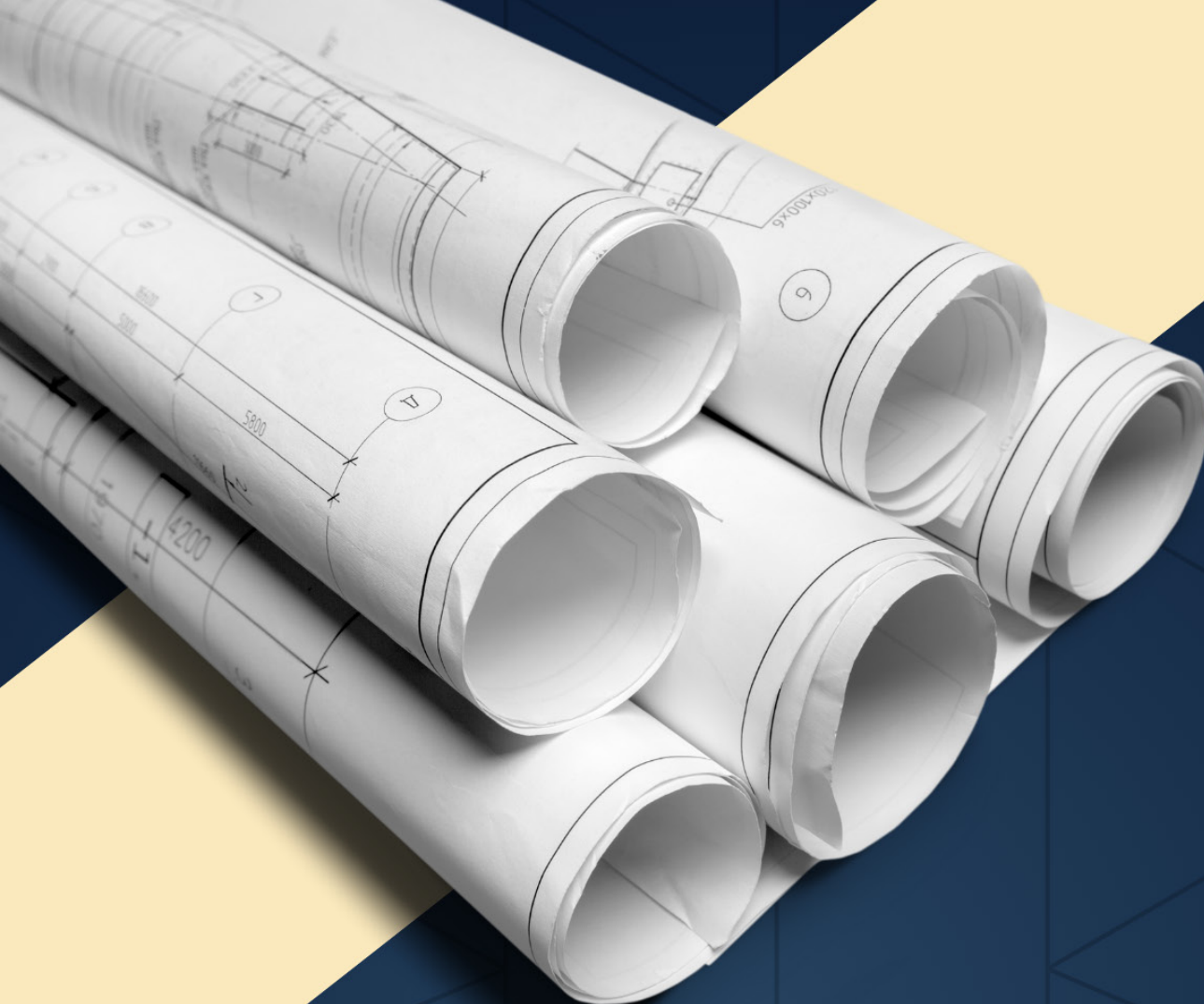
CAPÍTULO 9.....	91
CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE: MÉTODOS E FORMAS DE REDUÇÃO DE RESÍDUOS NO MEIO AMBIENTE	
Marina Soares Peixoto dos Santos	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 10.....	101
A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	
Paulo Roberto Borges Araújo Júnior	
CAPÍTULO 11.....	110
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Thiago Ribeiro Queiroz	
CAPÍTULO 12.....	122
FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: LEAN CONSTRUCTION	
Moisés Coutinho da Silva	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
CAPÍTULO 13.....	131
VIABILIDADE E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES RASAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
João Pedro Borges Marcelino	
CAPÍTULO 14.....	144
FORMA ADEQUADA DE PREPARAÇÃO DO TERRENO PARA A CONSTRUÇÃO	
Christian Felix de Sousa Cruz	
Rodrigo de Almeida Lima Pereira	
John Victor Moraes dos Santos	
CAPÍTULO 15.....	153
PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO: INFILTRAÇÃO	
Lucas Gabriel Silva Moraes	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
Ruan Silva de Asevedo	

CAPÍTULO 16	161
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE CASAS PRÉ-FABRICADAS E CASAS CONVENCIONAIS EM TERMOS DE EFICIÊNCIA E IMPACTO AMBIENTAL	
John Victor Moraes dos Santos	
Christian Felix de Sousa Cruz	
CAPÍTULO 17	169
APLICAÇÕES GEOTÉCNICAS EM INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL: ABORDAGENS PARA CICLOVIAS E CALÇADAS VERDES	
Thiago de Sousa Nascimento	
CAPÍTULO 18	178
PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE LITERATURA	
Paulo Ranieri da Silva Souza	
CAPÍTULO 19	186
CONSTRUÇÕES EM ESTRUTURAS METÁLICAS	
Pedro Aurélio de Andrade Aguiar	
CAPÍTULO 20	196
A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE OBRA E PROJETOS	
Filipe Viana Alves Martins	
CAPÍTULO 21	206
SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DRYWALL: BENEFÍCIOS E EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Thiago Figueiredo Silva	
CAPÍTULO 22	216
OS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA COMO FERRAMENTAS PARA O SANEAMENTO	
Marcos Paulo Dutra Reis	
CAPÍTULO 23	228
PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: RACHADURAS, TRINCAS E FISSURAS	
Pedro Ramon Gonçalves Araújo	
CAPÍTULO 24	237
PATOLOGIAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL	
Marcus Vinnícius Araújo Lima	

CAPÍTULO 25	248
ORÇAMENTOS PARAMÉTRICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO INSTRUMENTO PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS	
Ronildo Fonseca dos Santos	
CAPÍTULO 26	260
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS: VANTAGENS DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS DO PMBOK	
Thalyta Goncalves de Castro	
CAPÍTULO 27	270
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS VERSUS IMPERMEABILIZAÇÃO	
Marcos Vinícios Silva Carvalho	
CAPÍTULO 28	279
PROJETO E PLANO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO NAS EDIFICAÇÕES	
Rodrigo Nascimento Mendes	
CAPÍTULO 29	290
RACIONALIZAÇÃO, INDUSTRIALIZAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Gabriel Araújo Soares	
CAPÍTULO 30	301
FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS EM EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO	
Jhonathan Azevedo Martins	
CAPÍTULO 31	313
ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE ORÇAMENTO COM O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE OBRAS VOLTADAS PARA A ÁREA CIVIL	
Carla Carolynne Gomes Lima	
Tony Andrade	
CAPÍTULO 32	321
PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS: BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM	
Amanda Balata Veras	
CAPÍTULO 33	333
OS TIPOS DE PATOLOGIAS DO ASFALTO EM RODOVIAS DO BRASIL	
Flavio Henrique Soares Pacheco	
Isabelly Marques	

CAPÍTULO 34	342
SISTEMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES CONTRA QUEDA EM OBRAS VERTICAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Leonardo Soares Dourado	
Isabelly Marques	
CAPÍTULO 35	353
PATOLOGIAS DO CONCRETO: IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS E REPAROS	
Josias de Sousa Ataíde	
CAPÍTULO 36	365
CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL EM DRYWALL: VANTAGENS E EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Erika Nayara Nogueira Lago	
CAPÍTULO 37	376
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIGAS E PILARES DE CONCRETO ARMADO	
Lucas dos Santos Sousa	
Jose Átila Matos Aroucha Júnior	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 38	384
NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575: OBSTÁCULOS NO ATENDIMENTO AO DESEMPENHO ACÚSTICO	
Jaqueline Rosa Costa	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
Ronaldo de Jesus Barros	
CAPÍTULO 39	396
BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ENGENHARIA CIVIL	
Walisson Santos De Sousa	
CAPÍTULO 40	408
A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA PARA BOM DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO	
Jurandir Pinto Alves	
CAPÍTULO 41	420
METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS	
Mateylon Lucas dos Santos Rodrigues	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	

CAPÍTULO 42	432
IMPACTO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	
Tercilio Pereira da Silva	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 43	440
RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Ricardo Felipe Sousa Paiva	
Jose Átila Matos Aroucha Júnior	
CAPÍTULO 44	452
PATOLOGIAS DE CONSTRUÇÕES: PROBLEMAS OCASIONADOS PELA FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA EDIFICAÇÃO	
Arthur Dias dos Santos	
José Atila Matos Aroucha Junior	
CAPÍTULO 45	461
PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO: RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL	
Evandro Ricardo Silva Lima	
Jose Átila Matos Aroucha Júnior	
CAPÍTULO 46	472
ESTRATÉGIAS E INOVAÇÕES AVANÇADAS NA PAVIMENTAÇÃO DE CONCRETO	
Francisco Fabio Verde dos Santos	
CAPÍTULO 47	480
INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONCEITOS E PRÁTICAS LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)	
David Pires de Sousa	
CAPÍTULO 48	493
LEAN CONSTRUCTION COMO INSTRUMENTO DE GERENCIAMENTO EM CANTEIROS DE OBRAS	
Arleson dos Santos Ripardo	
CAPÍTULO 49	505
CONTAMINAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: NECESSIDADES DE TRATAMENTO E QUALIDADE PARA CONSUMO HUMANO	
Gabriel de Souza Cordeiro	
CAPÍTULO 50	518
A IMPORTÂNCIA DA QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Harley José Ferreira Santos Júnior	



1

ANÁLISE DE DOSAGEM DE CONCRETO PARA CONSTRUÇÃO DE FUNDAÇÕES

**CONCRETE DOSAGE ANALYSIS FOR FOUNDATION
CONSTRUCTION**

Fernanda Nunes Azevedo

Resumo

A fundação é um dos componentes mais importantes de uma construção, pois sustenta a estrutura da estrutura. Compreender os critérios de seleção para a fundação de um projeto e os padrões geotécnicos que devem ser seguidos é fundamental. Logo a presente pesquisa buscou estudar sobre a análise de dosagem de concreto para construção de fundações, onde se buscou entender que o concreto é peça chave na realização das fundações de uma obra e que, com base nas características desta, é preciso definir o tipo, método, traçado e sua aplicação. Surgindo assim a busca pela solução da problemática de compreender qual é a dosagem correta do concreto na construção de fundações. O objetivo geral buscou compreender as etapas e procedimentos necessários para a dosagem correta do concreto na construção de fundações. O tipo de pesquisa a ser realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases: Google acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC) e *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO). Os resultados deste estudo apresentaram como o concreto desempenha um papel fundamental na execução das fundações de uma construção, e que, com base nas propriedades deste material, é necessário determinar o tipo de concreto, bem como o método de mistura e aplicação adequada. Conclui-se que com este estudo é possível compreender que o concreto desempenha um papel fundamental na execução das fundações de uma construção, e que, com base nas propriedades deste material, é necessário determinar o tipo de concreto, bem como o método de mistura e aplicação adequada.

Palavras-chave: Concreto. Fundações. Dosagem. Durabilidade. Resistência.

Abstract

The foundation is one of the most important components of a building, as it supports the structure of the structure. Understanding the selection criteria for a project's foundation and the geotechnical standards that must be followed is essential. Therefore, this research sought to study the analysis of concrete dosage for the construction of foundations, where we sought to understand that concrete is a key part in the creation of the foundations of a project and that, based on its characteristics, it is necessary to define the type, method, outline and its application. Thus, the search for a solution to the problem of understanding the correct dosage of concrete in the construction of foundations arose. The general objective sought to understand the steps and procedures necessary for the correct dosage of concrete in the construction of foundations. The type of research to be carried out was a Literature Review, where books, dissertations and scientific articles selected were searched through searches in the following databases: Google Scholar, Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC) and Scientific Electronic Library Online (SCIELO). The results of this study showed how concrete plays a fundamental role in the execution of the foundations of a construction, and that, based on the properties of this material, it is necessary to determine the type of concrete, as well as the appropriate mixing and application method. It is concluded that with this study it is possible to understand that concrete plays a fundamental role in the execution of the foundations of a construction, and that, based on the properties of this material, it is necessary to determine the type of concrete, as well as the mixing method and proper application.

Keywords: Concrete. Foundations. Dosage. Durability. Resistance.



1. INTRODUÇÃO

A fundação é um dos componentes mais importantes de uma construção, pois sustenta a estrutura da obra. Compreender os critérios de escolha da fundação para um projeto e as normas geotécnicas que devem ser seguidas é fundamental. A questão do uso inadequado do concreto nas fundações é complexa. Deve haver dosagem suficiente de ingredientes. Erros podem resultar em acidentes domésticos graves e possivelmente até fazer com que residentes de edifícios com fundações fracas se mudem. Isto os torna-se num local inseguro para viver e num problema que pode ser resolvido.

O presente estudo visa compreender a importância da quantidade precisa de concreto necessária para a construção da fundação, uma vez que considerações técnicas, vegetarianas e dietéticas devem ser feitas para que o edifício tenha massa suficiente e para que as trajetórias que levam à fundação se tornem coerentes e seguras. A investigação incidirá na resistência do betão, que é fortemente influenciada pela sua dosagem, bem como pela qualidade dos seus componentes. Ou seja, a dosagem adequada do concreto determinará a sua resistência. Mesmo quando as partes constituintes são de boa qualidade, o concreto mais resistente apresenta maior resistência.

Pode-se entender que o concreto é peça chave na realização das fundações de uma obra e que, com base nas características desta, é preciso definir o tipo, método, traçado e sua aplicação. Desse modo, qual é a dosagem correta do concreto na construção de fundações?

O objetivo geral buscou compreender as etapas e procedimentos necessários para a dosagem correta do concreto na construção de fundações. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar fundações em concreto, discutir qual a dosagem de concreto ideal para as fundações e estudar as etapas e procedimentos adotados no processo da construção das fundações.

O tipo de pesquisa a ser realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases: Google acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC) e *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), Pinheiro (2019), Cruz (2020) e Durante (2022). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Concreto, Fundação, Dosagem de Concreto e Durabilidade.

2. FUNDAÇÃO DE CONCRETO

A fundação pode ser pensada como o resultado da necessidade de transmissão de cargas para o solo por vez para a construção de um estabelecimento, o que exige a utilização de uma base capaz de suportar tal transmissão de cargas (BORGES; CARREIRO, 2017). Segundo Calisto e Koswoski (2015), fundações são componentes que atuam para evitar a ruptura do solo da fundação, transmitindo o peso de uma edificação para as curvas mais fortes do telhado. Segundo Durante (2022), todo projeto é concluído sob sua supervisão de um profissional qualificado. Para evitar futuros colapsos estruturais causados por uma má execução das fundações, estas devem ser entendidas como um arranjo estrutural dispendioso, com dimensões e construções específicas.

É a fundação que fornece todo o suporte para a integridade estrutural de uma ponte, casa ou edifício. A execução de uma boa fundação resultará em uma obra livre

de patologias futuras, como problemas de rachadura e até mesmo untuosidade, caso a fundação seja isolada indevidamente. E isto é crucial, uma vez que diversas patologias de uma obra podem resultar de uma fundação deficiente (SIPRES, 2019).

Através da Norma Brasileira Reguladora NBR 6122, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, 2015) define vários tipos de fundações, como a fundação superficial, que pode ser reta ou curva e é um componente da fundação onde o peso do edifício é transmitido ao solo por meio de tensões distribuídas abaixo da fundação. Sua profundidade é duas vezes menor que a menor dimensão da fundação.

A radier, tipo de fundação superficial definida pela NBR 6122 (ABNT, 2015), é uma fundação que carece de alguns ou de todos os pilares de sustentação de um edifício, permitindo a distribuição de cargas. Existem também as fundações profundas, que, de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2015), são componentes de fundação que transmitem peso ao solo de três maneiras: por meio da superfície superior (fundações porosas), pela superfície lateral (fundações sólidas) ou uma combinação dos dois. Estas fundações exigem que os seus topos ou bases sejam ancorados em profundidades pelo menos o dobro das suas menores dimensões no plano, ou pelo menos três metros.

Logo tem-se os tubulões entre as fundações profundas, sendo necessário escavar o terreno para, pelo menos, permitir a retirada de pessoas na fase final da escavação, bem como para permitir o prolongamento da fundação ou, pelo menos, pelo menos, a possibilidade de limpeza do fundo da escavação (ABNT, 2015).

Há também os estados que de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2015), são blocos de construção fundamentais que são inteiramente executados por ferramentas ou equipamentos, sem interação humana em nenhum ponto. Os materiais que podem ser utilizados incluem madeira, aço, concreto recém-moldado, concreto pré-moldado e combinações destes.

São muitos tipos diferentes de estruturas de fundação, como estruturas de concreto pré-moldadas ou pré-fabricadas que são inseridas no solo usando martas explosivas, hidráulicas ou vibratórias, estruturas de concreto no local que são completadas pelo preenchimento de perfurações de terra previamente concluídas com concreto ou argamassa, e estruturas de reação mega ou pré-fabricadas que são inseridas no solo por meio de máquina hidráulica que reage. Entre outros, pode ser feito de camadas simples ou de várias camadas de perfuração laminada ou soldada, um tubo de e tubo de chapa dobrada ou calandrada ou tubos com ou sem acabamento (TEODORO, 2023).

De acordo com Trombim, Portela e Gonçalves (2015), tipos adicionais de fundações incluem blocos, que são elementos superficiais de fundação de concreto projetados para suportar cargas de tensão sem a necessidade de reforço, vigas de fundação, que são elementos superficiais de fundação compartilhados por uma variedade de pilares e localizados em o mesmo alinhamento, e caixões, que são elementos prismáticos de fundação profunda. Eles são construídos sobre a superfície e colocados por escavação interna. Se necessário, podem ser instalados com ar comprimido, e suas bases podem ser ampliadas ou não.

Logo para Teodoro (2013) para escolher o tipo de fundação é necessário realizar um experimento de sondagem percussiva. Este experimento, que deverá ser supervisionado pelo engenheiro civil responsável pelo projeto, determinará o tipo de fundação adequado ao local onde o edifício será construído.



2.1 Dosagem Correta do Concreto na Construção Das Fundações

Em geral, todas as fundações utilizam concreto para o desempenho de suas funções, como acontece com o radiador, que é executado em concreto armado ou saliente; a corrida sapata, que é um elemento de fundação superficial em concreto armado com espessura variável ou constante; e o bloco, que pode ter faces verticais, inclinadas ou escalonadas (BORGES; CARREIRO, 2017).

Segundo Brito (2017), outra fundação que pode ser de concreto armado ou pré-moldado é a laje de concreto pré-moldado, que é sacudida por percussão, pré-sônica ou vibração. Segundo Gonçalves (2018), os formatos das fundações variam dependendo do tipo de fundações; no entanto, todas as fundações são construídas em concreto e alumínio, às vezes conhecido como “concreto armado”.

Uma fundação que não utiliza concreto é a Estaca Madeira, onde bate-estacas são utilizadas para embalar estacas formadas por troncos de árvores. Segundo Gonçalves (2018), essa fundação costuma ser utilizada para projetos temporários devido à vida útil do material, que pode ser estendida se a madeira for tratada para evitar ataques de fungos, bactérias e outros organismos que possam enfraquecer a estrutura.

A NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 3) define concreto estrutural como “toda a gama de aplicações do concreto como material estrutural”. Existem vários elementos estruturais de concreto, como os elementos estruturais simples de concreto, que são construídos com concreto e não contêm nenhuma armadura ou contêm armadura em quantidades inferiores às necessárias para fazer o concreto estrutural armado (ABNT, 2014).

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), elementos blindados de concreto são aqueles cuja estrutura depende da aderência entre o concreto e a armadura que está contida em sua composição. Existem também os elementos do concreto protendido, que são aqueles que se projetam diretamente dos armamentos por meio de equipamentos protensores especializados, a fim de melhorar as condições de serviço, prevenir ou limitar fissuras e deslocamentos estruturais durante a construção, e maximizar o uso de ações de alta resistência no estado de estado-limite-último (ELU).

Em relação às armas, a NBR 6118 (ABNT, 2014) discorre sobre a construção de armas ativas (de propulsão), afirmando que elas são constituídas de barras, fios isolados, ou cordoalhas, e que têm por finalidade reforçar e aplicar um pré-alongamento inicial. Isto contrasta com as armas passivas, que não são pré-alongadas, mas que, no entanto, servem o mesmo propósito de fortalecer o alvo.

Os concretos com a armadura ativa pré-traçada, são fabricados utilizando suportes separados do elemento estrutural antes do lançamento do concreto. Isto cria uma ligação entre a armadura e os referidos apoios que será rompida com a resistência do concreto. Nesse caso, a própria adulação é realizada apenas pela adesão. Existem ainda concretos com armadura ativa pós-tracionada com e sem adesivos, que são finalizados após a resistência do concreto (ABNT, 2014).

O concreto é o componente mais utilizado no processo de fundação de uma edificação e, para que seja um componente seguro e eficaz, a dosagem de seus componentes deve ser calculada com precisão. Segundo Brito (2017), o estudo da dose fornece o conteúdo teórico dos materiais que compõem o trabalho e, para isso, são necessários experimentos em laboratório. Isso permite a produção de concreto preciso para aquela obra específica. Schuh (2017) afirma que os requisitos para dose referem-se a “trabalhabilidade, abatimento, coeso e exsudação, segregação, argamassa teor, ar pressurizado, resistência mecânica, módulo de elasticidade, condições de exposição”.

A NBR 6118 (ABNT, 2014) discute as diretrizes que tornam as estruturas de concreto mais duráveis, relacionando-as aos requisitos de durabilidade. Entende-se que as estruturas de betão devem ser planeadas e construídas de forma a manter a sua segurança, bem como a sua estabilidade e adequação ao longo da sua vida útil, nas condições ambientais que foram previstas no momento da construção e sob a utilização que foi prevista no projeto.

Segundo a Universidade Estadual de Campinas (2018), existe um método de dosagem de concreto conhecido como ABCP, cujo nome vem da Associação Brasileira de Cimento Portland. Foi criado experimentalmente pela referida associação na década de 1980. Porém, por estar desatualizado e precisar ser testado para ajuste de dose, só pode ser utilizado como método para obtenção de uma linha de base.

Logo Maciel *et al.* (2015), relata que a metodologia prevê o conhecimento do tipo de concreto, massa específica e nível de resistência após 28 dias, bem como análise granulométrica da massa e propriedades dos agregados, além de pesquisa sobre a consistência ideal do concreto e resistência a dosagem.

De acordo com Pinheiro (2019) os passos a serem seguidos neste método de dosagem de concreto são os seguintes: estabelecer a relação entre água e sedimento (isso requer conhecimento do tipo de sedimento utilizado e da resistência do lote desejado); Calcular o consumo aproximado de água do [objeto específico] [tamanho máximo de grão necessário, características e consistência de grão desejada]; Calcule a quantidade de sal (Cc), que influencia tanto a quantidade de água utilizada quanto o teor de sal da água. Determine o consumo adicional: Consumo com adição de açúcar (Cb). Isso é determinado pelo nível de compreensão e pelo tamanho máximo das características do grão, bem como pelo módulo de adequação do grão. O termo “consumo de agregados miúdos” (cm) refere-se ao resultado do volume compactado (Vc), à massa unitária do agregado e à sua proporção. A fórmula determina o volume de adição (Vm), e a quantidade de massa é determinada pela mistura e pelo peso específico do volume de adição.

Além deste método de dosagem, Itambé (2020) divulga métodos de dosagem adicionais via Quadro 1, juntamente com sua respectiva relação com agregado/grau pequeno e consumo de cimento.

Quadro 1. Métodos de dosagens mais usados

Método	Relação agregado graúdo/miúdo	Consumo de cimento
INT	Em função de uma composição granulometria que se adapte a curvas padrão	Em função do a/c da porcentagem de água/mistura seca que depende do Diâmetro máximo e adensamento
IPT	Em função da relação areia/pedra mais adequada ao tipo de concreto	Experimentalmente em função da trabalhabilidade desejada
ACBP	Em função da relação da Massa Unitária Compactada e M. Específica Real absoluta	Com auxílio da rota de igual trabalhabilidade relacionando o traço água/cimento
Vitervo O Reilly	Em função da relação ótima da mistura de agregados < % vazios	Em função do consumo de água e relação a/c
ACI	Em função de valores obtidos experimentalmente	Em função do consumo de água e relação água/cimento
EMPÍRICO	Experimental visualizando o aspecto do concreto	Proporcional a resistência (f_{ck}) desejado, determinar os ajustes

Fonte: Itambé (2022)



Segundo Cruz (2020), as peças de concreto devem ser dimensionadas pelo método dos estados limites e utilizando os mesmos coeficientes de ponderação do concreto armado. Para Calisto e Koswoski (2015) a interpretação específica também deve ser considerada no calculada, visto que sob a influência da ação crescente, característica e elástica.

2.2 As Normas Regulamentadoras NBR 6118 e 6122, - Dosagem de Concreto Ideal para as Fundações

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), o peso normal específico do concreto é definido como o peso do concreto após dividido ao meio entre 2.000 kg/m³ e 2.800 kg/m³. Segundo Itambé (2020), sua definição, assim como a da massa unitária, está relacionada à quantidade precisa de trabalho concreto a ser realizado.

Itambé (2020) afirma que o cimento tem impacto significativo no concreto em termos de beneficiamento. Maior teor de cimento resulta em maior impermeabilidade, plasticidade, resistência e durabilidade do concreto (conforme aplicado durante a cura), bem como diminuição de sua segregação, infiltração e porosidade capilar.

Segundo Pinheiro (2019), quando as concentrações de cimento são menores, ocorrem mais falhas estruturais, maior porosidade capilar e segregação. Além disso, há sensações de diminuição da plasticidade, adequação, resistência, durabilidade, calor relacionado à hidratação, alterações relacionadas ao volume e argamassa.

Segundo Maciel *et al.* (2015), os critérios adequados de seleção dos agregados devem ser apoiados por dados de experimentos técnicos de controle realizados nos materiais constituintes. Com base nisso, é possível decidir qual adição é melhor para a circunstância e como o concreto deve ser preparado. Cruz (2020) afirma que a resistência do objeto específico está relacionada à relação entre água e cimento e deve estar ligada a essa relação.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), determinados requisitos fundamentais devem ser atendidos para que a específica seja aplicada corretamente. Estes pré-requisitos incluem a contenção lateral (no caso de vigas ou tubos), pressões transversais ao longo de toda a seção (no caso de arcos) e um apoio vertical singular ou contínuo com outros componentes desenvolvidos (no caso de pilares, paredes, blocos ou rodapés).

Segundo a NBR 6.118 (ABNT, 2014, p. 20), “em estruturas sujeitas a terremotos ou explosões, e onde a durabilidade for característica fundamental da estrutura, não é permitida a utilização de concreto comum”, tornando-se está claro que tais estruturas existem. Compreender a obra e suas características é necessário para analisar quanto concreto foi utilizado na fundação e determinar o melhor método para aplicá-lo nesta etapa.

O concreto é o componente mais utilizado no método de fundação de edificações e, para ser seguro e eficaz, seus elementos devem ser devidamente calculados. Segundo Itambé (2020), os estudos de dosagem fornecem as orientações teóricas de materiais que compõem a mistura, para que sejam necessários testes laboratoriais para liberação de forma segura e qualitativa a produção de um concreto específico para uma estrutura mista específica.

Itambé (2020, p. 2) relata que os requisitos de dosagem estão relacionados à “trabalhabilidade, abatimento, coesão e exsudação, segregação, teor de argamassa, ar aprisionado, resistência mecânica, módulo de elasticidade, condições de exposição”.

A Norma Brasileira 6118 (ABNT, 2014), traz diretrizes para tornar as estruturas de concreto mais duráveis, vinculando-as aos requisitos de segurança, entendendo que as estru-

turas de concreto devem ser projetadas e construídas nas condições ambientais previstas no momento da construção, e de acordo com o seu uso recomendado no projeto, para manter sua segurança, bem como sua estabilidade e capacidade durante sua vida útil.

Para encontrar a qualidade do concreto que recupera a armadura, Cruz (2020) afirma que para fundamentos, a NBR 6118 (ABNT, 2014) especifica a necessidade de atender condições relacionadas à sustentação da estrutura, que dependem diretamente das propriedades do concreto e da espessura e qualidade do concreto que recobre a armadura.

Calixto e Koswoski (2015) explicam que os ensaios que subsidiam o desempenho de durabilidade da estrutura devem estabelecer os requisitos mínimos que precisam ser atendidos diante dos tipos e níveis de agressividade previstos no projeto. Na falta deles, pode-se adotar os requisitos mínimos dispostos na tabela 1.

Tabela 1. Correspondência entre as classes de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118- ABNT (2014)

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014, p.19) “não é permitido o uso de aditivos clorados em estruturas de concreto, devendo ser observados os limites especificados na ABNT NBR 12655” e “A proteção das armaduras ativas externas deve ser assegurada por revestimento, feito por argamassa, argamassa de cimento Portland não formulada especialmente para esta finalidade aditivos ou graxas”.

Na tabela 2, pode-se observar de acordo com NBR 6118 (ABNT, 2014), as exigências dos tipos de concreto para uso do cimento Portland demonstram a correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal mínimo mais tolerância de execução, atualmente no trabalho, deve ser maior ou igual a 10mm. Os reforços e espaçadores devem ser dimensionados para o cobrimento nominal estabelecido para aquele cobrimento.

Tabela 2. Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para AC=10mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: NBR 6118 (ABNT, 2014)

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), no que diz respeito as classes relacionadas ao concreto, C20 e acima são adequadas para concreto armado passivamente, e C25 e acima são adequadas para concreto armado ativamente. No entanto, o grau C15 não pode ser usado como concreto para barbatanas elásticas, pois não suporta cargas.

2.3 Dosagem Adequada de Concreto na Construção de Fundações

O ato de construir e a utilização do concreto são ações que contribuem para a construção de grandes estruturas. Enganam-se quem acredita que concreto é igual a cimento, pois o concreto é o resultado de uma mistura de componentes adicionados e água. As primeiras misturas, que podemos chamar de “misturas de concreto”, foram feitas pelos romanos com cal, pozolana cinza vulcânica e água. Ao ser moldado, o concreto se torna extremamente maleável, formando uma massa que pode ser utilizada para diversos fins e finalidades. Após a secagem, esta massa apresenta propriedades de alta resistência e durabilidade (BARROS, 2011).

Todo concreto é feito com cimento, agregados (pedra e areia), água e aditivos; entretanto, essa mistura não é feita de forma aleatória. A quantidade de cada componente é indicada pelo traço, que quando executado corretamente garante a qualidade, desempenho e durabilidade da obra. É com base nesse traço elaborado, que se pode obter um determinado quantitativo de volume, assim como peso, onde o cimento passa a ser referência para dosagem dos agregados, assim como dos aditivos. Logo essa abordagem sobre o concreto que é preparado diariamente para o canteiro de obras, sendo dosado pelo volume. A utilização de balanças ou de instrumentos de medidas nem sempre é necessária (CARVALHO; FIGUEIREDO, 2013).

Porém se a dosagem for feita em volume (ou massa), passa a ser necessário o uso da balança, esse tipo de método é aplicado em situações em que o concreto deve ser aplicado para usos específicos. Logo o traço de mistura de concreto é bem simples sendo de 1:3:4, ou seja, é uma parte de cimento para os três agregados miúdo e de quatro de agregados graúdo, mistura que formam o concreto que estão estabelecidos na ABNT NBR 12.655:2015

– Concreto de Cimento Portland –Controle, preparo, recebimento e aceitação (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015).

Logo existem dosagens diferentes para a aplicação em diferentes canteiros de obras, com base em cálculos que devem considerar: a fixação de relação entre a água e o cimento com base na referência de durabilidade e na mecânica referida, estimativas do consumo de água do concreto que dar consistência a mistura, a estimativa do consumo do cimento de acordo com a relação de consumo da água e o protocolo de estimativa de consumo dos agregados que tem como base obter uma boa consistência deixando assim o mínimo de vazios entre os ingredientes que devem ser misturados (SELEGIN, 2013).

É necessário que seja feito o cálculo de maneira correta, levando em consideração os aspectos que possuem ligação direta com o projeto que vai ser executado, entre eles a resistência do concreto que tem seus agentes externos, assim como a dimensão das estruturas, a menor dimensão das peças das plantas, a espessura da laje, o protocolo de distribuição e o posicionamento da armadura (SENA, 2016).

Em casos de fundações para exemplificar o cálculo, podem ser feitas os preparos com base na próxima mistura, levando em consideração que o processo de execução que deve ser feito diretamente no canteiro de obras. Logo para 50 quilos de cimento (conteúdo de um saco), será necessário agregar o equivalente a 18 latas de areia (que equivale a 360 litros, sendo que uma lata é 20,000 cm³) que, seis latas e meia de pedras menores e 27 litros de água. Nesse tipo de composição o rendimento será superior a 160 litros de massa. O preparo começa com areia, onde essa se mistura ao cimento e as pedras e completa com água. O traço, o tempo mínimo de cura do concreto é em sete dias, o que pode variar de acordo com o clima e a presença de chuva ou através da umidade relativa do ar (ZUCHETTI, 2015).

A preparação inadequada do concreto nas fundações ocorre se houver uma dosagem insuficiente dos componentes, levando a sérios problemas na estrutura de uma ponte, casa ou edifício, causando graves acidentes. O presente estudo surge na necessidade de conhecer a dosagem correta dos elementos que compõem as fases relevantes da fundação (BORGES; CARREIRO, 2017)

3. CONCLUSÃO

O concreto é amplamente reconhecido como o material de construção mais prevalente tanto nacional quanto globalmente. O elevado nível de consumo pode ser justificado pelas características do produto, tais como sua alta resistência, durabilidade em ambientes hostis, facilidade de habilidade, capacidade de se adaptar a diferentes formas, o que proporciona liberdade no desenvolvimento do projeto além de seu custo de fabricação reduzida.

Os níveis de resistência à análise obtida pelo concreto são um fator determinante para sua ampla utilização, juntamente com sua vantagem significativa em termos de custo de produção em comparação com outros materiais. Esse fenômeno pode ser atribuído à relativa simplicidade do procedimento de moldagem dos corpos de prova e do ensaio de compressão axial, bem como ao fato de a resistência à compressão ser um parâmetro sensível a alterações na composição e mistura do concreto, logo como resultado, permite fazer inferências sobre modificações em outras propriedades do material.

A fundação é considerada um dos elementos estruturais de maior relevância, uma vez que é por meio dela que uma estrutura da obra se sustenta. É fundamental compreender quais são as restrições que influenciam a seleção de uma fundação para uma obra,



bem como os critérios geotécnicos que devem ser adotados. É necessário obter o conhecimento preciso da dosagem de concreto adequada para a construção das fundações, uma vez que há diversas condições técnicas, econômicas e estruturais que devem ser levadas em consideração para garantir a qualidade da edificação e garantir que a mistura utilizada nas fundações seja consistente e bem mais segura.

É fundamental compreender que a dosagem de concreto em uma fundação deve ser desenvolvida para garantir a segurança da estrutura. O presente estudo tem como objetivo geral realizar uma análise acerca da dosagem de concreto utilizada na construção das fundações. Na suposição de que a compreensão da dosagem ótima de concreto para a construção de fundações resultará em uma edificação de alta qualidade, surgem diversas incertezas em relação à dosagem ideal, o que indica a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre o tema.

Logo com este estudo é possível compreender que o concreto desempenha um papel fundamental na execução das fundações de uma construção, e que, com base nas propriedades deste material, é necessário determinar o tipo de concreto, bem como o método de mistura e aplicação adequada. Além de compreender a importância de conhecer a realidade da obra como um fator para analisar a dosagem de necessária para a construção das fundações, essa análise também é relevante para evitar desperdícios e garantir o uso adequado dos elementos constituintes do concreto.

Conclui-se que para determinar a dosagem correta, vários cálculos são realizados e, para isso, diversos métodos podem ser empregados, como o método ABCP, que é o mais utilizado. No entanto, existem outros métodos que também são frequentemente utilizados, incluindo INT, IPT e ACI, conforme detalhado no corpo do trabalho. Esses métodos têm como objetivo auxiliar no processo de definição e execução da dosagem de concreto, que desempenha um papel crucial na construção das fundações. Essas fundações são de extrema importância para conferir maior resistência e segurança à estrutura da edificação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**: NBR 5738. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, ABNT. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto – procedimento. 3. ed. 2014. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVs-dGRvbWFpbnxjb25jcmV0b2FybWFKb3VuaWNhcHxneDo2YjRmNmM5MTA5NGE1OTE1>. Acesso em: 29 ago. 2023.

BARROS, Carolina. **Apostila de Fundações**: Técnicas Construtivas. 2011. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, 2011.

BORGES, Filipe Moraes; CARREIRO, Tarianne Tavares. **Métodos de dosagens usuais dos principais tipos de concreto**: uma revisão teórica. Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017.

BRITO, A. D. **Parâmetros para qualidade dos blocos de concreto na produção**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Faculdade Pitágoras. Londrina 2017.

CALISTO, A.; KOSWOSKI, R. **Efeito do recalque diferencial de fundações em estruturas de concreto armado e alvenaria de vedação: estudo de caso**. 2015. TCC (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8323/2/CT_EPC_2014_2_03.pdf. Acesso em: 29 ago. 2023.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. de. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas usuais de concreto armado**: Segundo a NBR 6118:2003 3.ed. São Carlos: EdUFSCar, 2013.

CRUZ, G. **NBR 6122/2019 atualizada**: nova norma de fundações. Santa Catarina: Nelson Schneider, 2020. Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/nbr-6122-2019/>. Acesso em: 29 ago. 2023.

DURANTE, T. S. C. **As fundações profundas e sua importância para a indústria da construção civil**. Semana Acadêmica-Revista Científica, Fortaleza-CE, Edição 216, v. 10, 2022. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_fundacoes-_0.pdf. Acesso em: 29 ago. 2023.

GONÇALVES, A. **Desempenho do concreto leve com adição de EPS**. Universidade Paranaense, Campus Toledo. 2018.

ITAMBÉ, B.G. **Dosagem de concreto**. 2022 Disponível em: <https://vdocuments.net/dosagem-de-concreto-itambe.html>. Acesso em: 29 ago. 2023.

MACIEL, A. C. L. et al. Análise comparativa de custos entre as fundações do tipo radier e sapata corrida utilizadas em obras de padrão popular. **VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 76–83, 2015. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/4900>. Acesso em: 29 ago. 2023.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das Fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 63 p.

PINHEIRO, I. **Os 10 principais tipos de fundações**. 2019. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/os-principais-tipos-de-fundacoes/>. Acesso em: 29 ago. 2023.

SIPRES, Clarice. **Análise técnica do uso de resíduos de construção e demolição (RCD) na produção de concreto seco para piso intertravado**. 2019. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SCHUH, P. D. M. **Uso do eps na construção civil: estudo comparativo entre o concreto leve com eps e o concreto convencional**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Santa Rosa. 2017.

SELEGIN, C. H.- **Análise Quantitativa E Qualitativa Da Conformidade Do Concreto Estrutural: Um Estudo De Caso Em Obras De Caruaru-Pe**, Monografia – Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

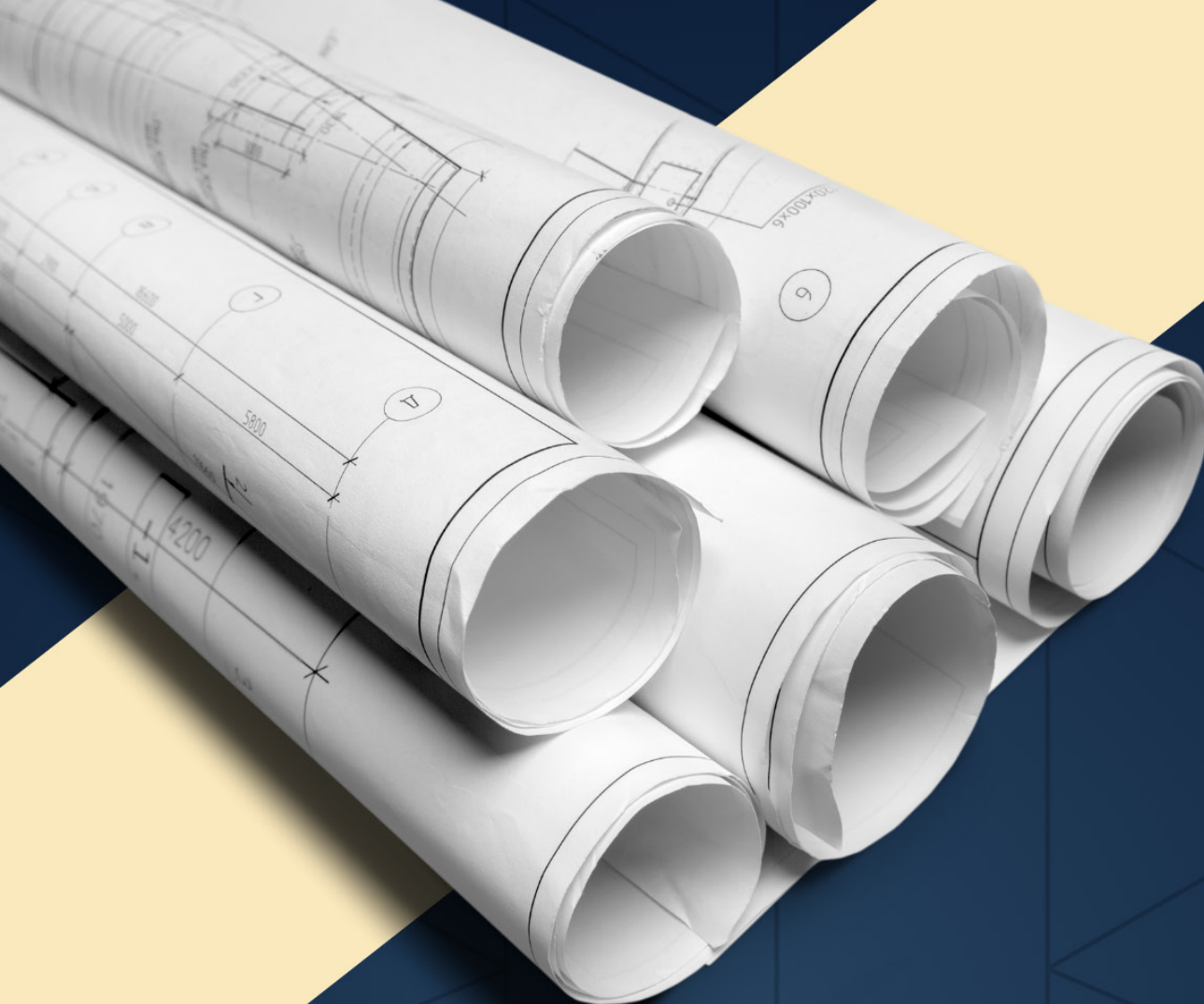
SENA, Leonardo. **Estudo De Caso Sobre Projeto De Fundações Por Sapatas E Por Estacas**. 2016. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico - Ctc, Florianópolis, 2016.

TEODORO, S.B. **Avaliação do uso de areia de ponte na construção do concreto estrutural**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2013.

TROMBIM, D.; PORTELA, I.; GONÇALVES, E. Concreto reciclado: estudo e caracterização das matérias primas. In: Educação e Ciência para a cidadania global, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: UNIVAP – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo, 2016.

UNICAMP-Universidade Estadual de Campinas. **Dosagem de concreto pelo método ABCP**. Campinas: Unicamp, s. d. Disponível em: https://www.fec.unicamp.br/~caxd/falcetta/_resumos/eng6.pdf. Acesso em: 29 ago. 2023.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias Da Construção Civil: Investigação Patológica Em Edifício Corporativo De Administração Pública No Vale Do Taquari/Rs**. 2015. 128 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.



2

A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

**THE IMPORTANCE OF PLANNING AND CONTROL OF
WORKS**

Rayllane Fernanda Silva Costa

Resumo

A temática planejamento e controle de obras é um tema com bastante atualidade onde se caracteriza por um conjunto de estratégias usadas por uma organização, que tem como objetivo influenciar positivamente a eficiência produtiva. Com o decorrer do tempo o mercado competitivo, fez-se necessário à adequação dos profissionais da construção civil para acompanhar as mudanças e atender ao mercado, adaptando-se, assim é de suma importância ao profissional, à elaboração de estratégias durante a execução de uma obra, pois o correto planejamento e gerenciamento atenuam gastos e desperdícios. Assim o presente estudo traz uma apresentação acerca da importância do planejamento e controle de obras seus princípios e características, ou seja, o caminho para um planejamento bem sucedido. Os resultados trazidos são frutos de investigações teóricas. Foram utilizados métodos de análise bibliográfica que consiste na obtenção de conhecimentos científicos acerca da temática em artigos, livros, dissertações, teses, revistas dentre outros, contidas no referencial teórico. Dentre os objetivos, demonstrar a importância da escolha de um planejamento e controle adequado do empreendimento, durante o processo de construção, para redução de gastos com materiais, mão de obra e diminuição de tempo de execução.

Palavras-chave: Controle, Construção civil, Gestão

Abstract

The theme of planning and control of works is a very current topic where it is characterized by a set of strategies used by an organization, which aims to positively influence production efficiency. As time went by, the competitive market made it necessary for civil construction professionals to adapt to keep up with changes and meet the market, adapting, as it is of utmost importance to the professional, to develop strategies during the execution of a project. Work, as correct planning and management reduces expenses and waste. Thus, this study presents a presentation about the importance of planning and controlling works, its principles and characteristics, that is, the path to successful planning. The results brought are the result of theoretical investigations. Methods of bibliographic analysis were used, which consists of obtaining scientific knowledge about the topic in articles, books, dissertations, theses, magazines, among others, contained in the theoretical framework. Among the objectives, demonstrate the importance of choosing adequate planning and control of the project, during the construction process, to reduce expenses with materials, labor and reduction of execution time.

Keywords: Control, Construction., Management



1. INTRODUÇÃO

O planejamento e controle de obras são fundamentais para garantir o sucesso de um empreendimento, tanto do ponto de vista financeiro quanto da qualidade e segurança da obra. No Brasil, essa importância é ainda maior devido às particularidades do mercado da construção civil no país. É importante destacar que o setor responsável por uma grande parcela da economia brasileira, sendo um dos principais motores do desenvolvimento do país. Porém, é também um setor que enfrenta diversos desafios, como a falta de mão de obra qualificada, a alta carga tributária e a burocracia na obtenção de licenças e autorizações.

Nesse contexto, o planejamento e controle de obras inclui o estudo de definição e objetivos de longo, médio e curtos prazos. Que são essenciais para garantir que os empreendimentos sejam executados dentro do prazo e do orçamento previstos. “O planejamento de uma obra segue passos bem definidos. É quase uma receita de bolo. Em cada passo, coletam-se elementos dos passos anteriores e a eles se agrega logo” (MATTOS, 2019). O planejamento é um conjunto de etapas correlacionados com o roteiro elaborado.

O planejamento de uma obra envolve diversas etapas, como a definição dos objetivos do empreendimento, o estudo de viabilidade, a definição do cronograma, o dimensionamento dos recursos necessários e a definição das estratégias de execução. Já o controle da obra envolve a análise constante do andamento do projeto, a identificação de desvios em relação ao planejamento inicial, a tomada de decisões para corrigir esses desvios e a comunicação com as partes interessadas. Assim o problema que norteou tal estudo, sendo ele, a partir da colocação apresenta no item acima, foi definida a seguinte questão problema: Como o planejamento e controle de obras podem auxiliar no processo de execução de um empreendimento, considerando os conceitos básicos?

As atividades do planejamento e controle de obras podem variar de acordo com as características de cada projeto, destacam-se: Descrição dos objetivos e metas do projeto; Estudo de viabilidade; Estudo e definição do orçamento; Elaboração do cronograma de atividades; Definição das equipes. Essas são algumas das principais atividades do planejamento e controle de obras. Com isso, surgiu o interesse e a escolha do tema em questão para expor a necessidade de um correto plano e controle na área da construção civil e também os benefícios que podem trazer para a execução na obra.

Nota-se então, a importância do processo de criação do planejamento e gerenciamento de obras que garantir uma etapa-chave para o projeto bem-sucedido. Seja ele uma pequena reforma ou uma grande construção.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O método deste trabalho se baseou em uma revisão de literatura, no qual foram realizadas consultas com base em materiais que tinham fundamentos a temática em questão, os estudos levantados passaram por uma devida análise minuciosa de forma que possibilitou uma maior elucidação sobre a importância do planejamento e controle de obras.

A seleção dos dados contidos na construção deste trabalho foi encontrada em plataformas digitais como o Google Acadêmico e o Scielo selecionados em artigos científicos, teses e em livros virtuais de autoriais como as de Aldo Dórea Mattos (2019), Hélio Vieira

(2006), em fontes publicadas nos últimos 10 anos, as palavras-chave aplicada para buscas são: Controle de obras, construção civil, planejamento e projeto.

O estudo principal deste trabalho é demonstrar a importância de planejar e controlar uma obra, expondo a conceituação a ser seguida.

2.2 Resultados e discussão

A construção civil é uma atividade que envolve uma grande quantidade de variáveis, sendo desenvolvida em um ambiente particularmente dinâmico e mutável, o que torna o gerenciamento de uma obra um trabalho complexo (MATTOS, 2016).

Assim, a criação de uma ferramenta com intuito de gerenciamento de Projetos, teve seus primeiros apontamentos nos EUA nos anos 50, com o pioneiro Henry Gantt, que se denominava um especialista em planejamento e controle, melhorando o uso dos recursos durante uma obra (DOMINGUES, 2009). Os propulsores Frederick Taylor “o pai da administração científica”, focando suas partes numa sequência, ajudou os trabalhadores a executar os empreendimentos em tempo menor e Henry Gantt, “o pai do gerenciamento de projetos” sobre operações no trabalho com gráficos que descreviam com mais precisão as dependências entre as tarefas (DOMINGUES, 2009).

O projeto é um trabalho não repetitivo, por isso há uma sequência exata de eventos e estudos tendo início, meio e fim tendo uma meta objetiva com profissionais do ramo. O PMBOK Guide, afirma que projeto é um empreendimento temporário com intuito de criar uma tarefa, algo único sem margem a erros, incertezas ou riscos futuros, pelo menos é o que se espera como meta do projeto (PMBOK, 2014).

Planejar é uma tarefa essencial, Mattos (2019, p.65), menciona os principais benefícios que o planejamento traz para a obra, que são eles:

Conhecimento pleno da obra; Detecção de situações desfavoráveis; Agilidade de decisões; Relação com o orçamento; Otimização da alocação de recursos; Referência para acompanhante; Padronização; Referência para metas; Documentação e rastreabilidade; Criação de dados históricos; Profissionalismo.

A figura da gestão de projetos teve suas modificações a passos lentos, porém todos que a utilizavam a julgavam eficiente, mesmo com todos seus riscos, porém foram adquirindo a confiança e a satisfação dos clientes, assim o gerenciamento não é novidade, o conhecimento deste provém da Antiguidade, utilizando a matemática e noções de construção. Muitos são os exemplos, como a Torre Eiffel, a muralha da China e outros.

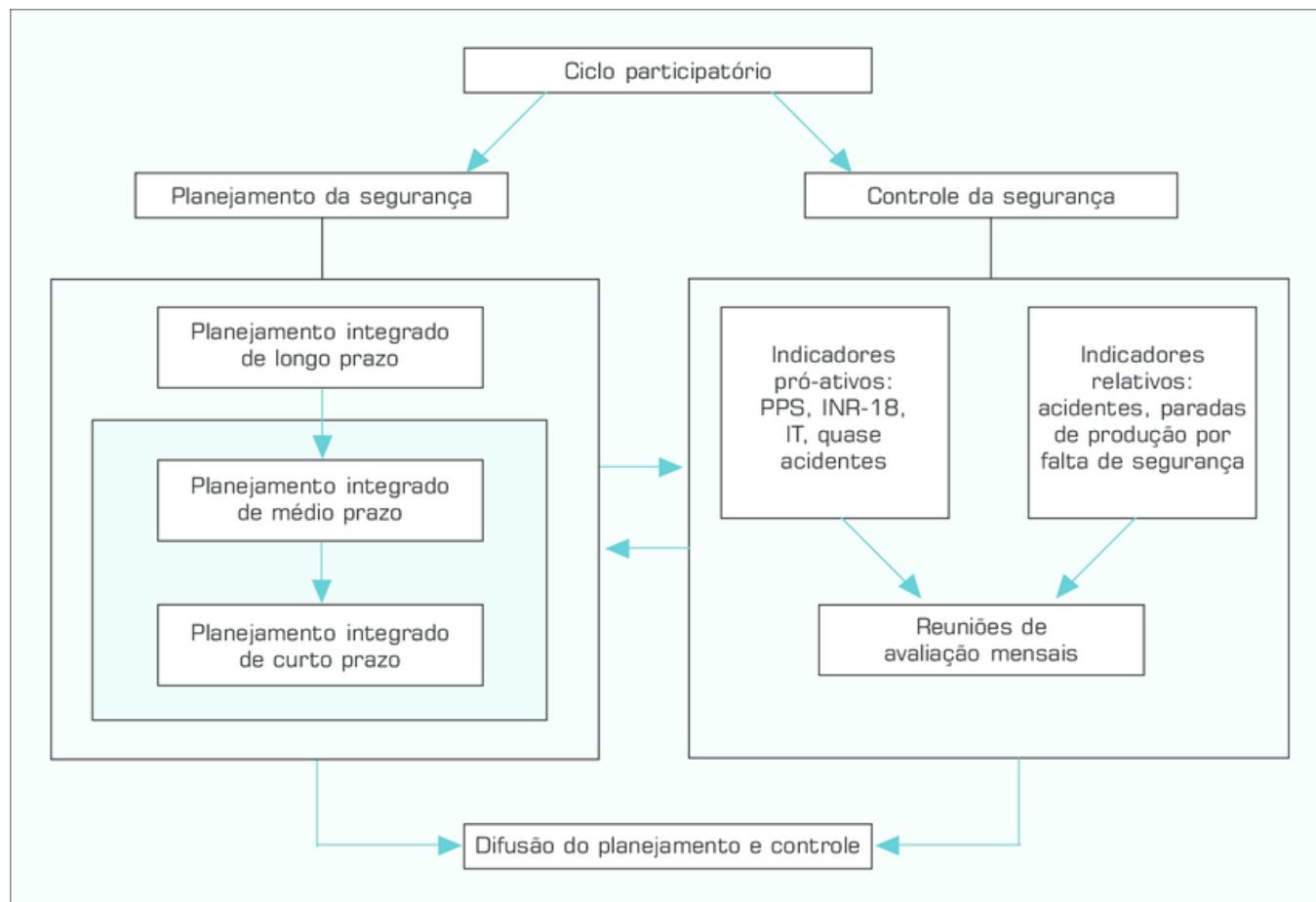
A criação de gerenciamento de Projetos surgiu como uma disciplina nos EUA nos anos 50. Seu percussor foi Henry Gantt, um especialista em técnicas de planejamento e controle, auxiliando na definição e alcance de objetivos, melhorando o uso dos recursos imprescindíveis durante um trabalho tais como, tempo, custos, materiais etc. (DOMINGUES, 2009).

O processo de controle um monitoramento do processo de produção no qual se compara o realizado com o previsto, implementando-se as ações necessárias para manter a produção dentro do esperado. Porém, além dessas funções, o controle ajuda a aumentar a eficiência do trabalho, a acelerar o cronograma e reduzir custos (MUBARAK, 2010).

Durante o século XX, três paradigmas se destacaram e várias empresas se sobressaíram. O primeiro foi a produção artesanal, que se caracteriza pela produção de vários

tipos de produtos que eram feitos por profissionais qualificados e autônomos. Seu foco era atender a classes sociais mais altas, que buscavam esse tipo de produto. O segundo paradigma é a produção em massa, que produzia em larga escala e atendia amplamente o mercado consumidor, sem focar em apenas um público-alvo. Ele abrangeu quase todos os países industrializados, durante praticamente o século XX. Foi um paradigma dominante de produção e gestão, muito eficaz durante a constância do mercado, (ARANTES, 2008).

Figura 1. Estrutura do modelo de PCS



Fonte: (BALLARD, 2000).

O planejamento divide-se em curto, médio e longo prazo, o a longo prazo é geral não traz muito detalhamento, sendo basicamente o grosso da obra como materiais, mão de obra, prazo, contratação e outros, tipo de planejamento referente de dois a três anos, já o planejamento a nível traz prazos de três a quatro meses, sendo mais detalhado, trazendo a tona detalhes que devem ser providenciadas com antecedência, seja compra de materiais, contratação, soluções de problemas emergentes que impeça outras etapas, exigindo um pouco mais de organização, pois se pensa adiante de situações que possam surgir, já o em curto prazo remete-se a períodos semanais, tempo de quatro e seis semanas, ou seja à execução propriamente dita, são mais detalhadas e passam a ser executadas nas semanas seguintes, trazendo à tona uma visualização da evolução da obra diariamente por se tratar de pequenos períodos.

De acordo com Oliveira (2012, p.96), o planejamento empresarial não se resume ao planejamento estratégico. Existem três diferentes tipos de planejamento que se estendem por todos os níveis hierárquicos da organização. Estão detalhados a seguir os tipos de planejamento: Planejamento estratégico: ocorre na alta administração, composta por diretores, equipes e consultores de administração. É responsável por definir ramo de ati-

vidade e mercado de atuação, mediante a análise dos ambientes interno e externo. Seus resultados afirmam o propósito básico da organização. Caracteriza-se por ser de alta complexidade e de longo prazo.

Para Chiavenato (2010 p.78):

Já o planejamento tático geralmente refere-se aos planos de produção, planos financeiros, planos de marketing e planos de recursos humanos. O planejamento operacional é constituído de uma infinidade de práticas operacionais que proliferam nas diversas áreas e funções da organização.

O planejamento tático tem como objetivo otimizar determinada área da empresa. “Portanto, trabalha com decomposições dos objetivos, estratégias e políticas estabelecidos no planejamento estratégico” (OLIVEIRA, 2012, p.38).

O planejamento de curto prazo ou operacional é a formalização do planejamento tático através de documentos escritos, das metodologias de desenvolvimento e implantação estabelecidas. É neste planejamento que ocorrem os planos de ação e planos operacionais (OLIVEIRA, 2012).

Se caso seja necessário mudanças é possível alterar o planejamento para prosseguir com a execução, carecendo de planos alternativos elaborados, pois pode haver imprevistos, é de encargo do controle e do planejamento de obras elaborar a correta verificação e análise entre o planejamento e a execução da obra, elaborando um levantamento de dados para possíveis desventuras nas diferentes atividades ao longo da etapa construtiva.

No entanto, ainda há muito imprevisto nos canteiros por todo o mundo. No contexto nacional, muitas obras ainda são executadas sem um planejamento formal e sem garantia do cumprimento do prazo e orçamento previamente estabelecidos (LIMMER, 2017).

Muitas são as mudanças no contexto atual que trouxe mudanças significativas ao resultado de projetos, proporcionando a gerência de projetos de forma eficiente sendo um dos grandes desafios, assim o gerenciamento de projetos é trazido por diversos autores como algo emergente. Assim são vários os que buscam cada vez mais conhecer e aprimorar o conhecimento, acerca das práticas e ferramentas de gerenciamento, pois o profissional precisa ter qualificações e está apto a desenvolver habilidades para alcançar a primazia do gerenciamento.

Para Formoso (2013), deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos.

Entretanto, a melhoria do planejamento, busca superar vários obstáculos da indústria da construção, podendo citar o gerenciamento focado nas falhas, o que não soa com muito agilidade, como o focado nos avanços, aqueles não concebido como um sistema, apenas como um cronograma, ausência de medição, dentre outros empecilhos que impedem uma fiel execução e um correto gerenciamento.

Pois de fato, um bom planejamento é essencial para melhorar a produtividade, reduzir atrasos, apresentar a melhor sequência de produção, balancear a necessidade de mão de obra para o trabalho a ser produzido e coordenar múltiplas atividades interdependentes (HAMZEH et al., 2012).

O profissional encarregado do gerenciamento é aquele que vai trazer o sucesso ou insucesso do projeto, pois este é designado desde o início a prestar o apoio visível, onde sua competência está voltada para o entendimento geral a todo o contexto direto e indireto

com o projeto, observando e respeitando às influências organizacionais e socioeconômicas. Devendo este se destacar com habilidades gerenciais, sendo elas a liderança, comunicação, negociação, para definir e controlar o projeto, controlar os riscos do projeto, avaliar fatores, pontos fortes e fracos, avaliar o projeto, gerenciar recursos, coordenar interações, assegurar prazos e custos, dentre outras atividades.

Aquele profissional que vai gerenciar os projetos ganhará destaque trazendo a evolução e relevância do gerenciamento grandes projetos são planejados e executados para criar novos produtos/serviços e introduzir mudanças e inovações em seus processos. No entanto, para uma eficácia maior do projeto é necessária a organização, que busca trazer a forma mais do trabalho demandado (MARTINS, 2013).

Pois é de praxe se saber que o mercado da construção civil avança e traz mudanças nos processos construtivos. Como já explicitado um diferencial primordial é a mão de obra qualificada, o planejamento e a utilização de tecnologias buscando gerir de forma eficiente a construção e reduzir erros, englobando orçamentos, compras, pois um planejamento ruim acarreta péssimas consequências para uma obra, causando descuidos, erros, atrasos, trazendo maiores gastos e pondo em risco o sucesso da obra.

Segundo Araújo e Meira (2017) a importância do planejamento está presente na realização de uma boa organização por parte dos responsáveis pelo gerenciamento da obra, o que inclui orçamento e cronograma, o orçamento irá trazer com clareza a assimilação correta da parte financeira da obra envolvendo materiais, mão de obra, já o cronograma é referente à distribuição das etapas construtivas durante períodos predeterminados, podendo assim estimar tempo de começo e término da execução.

Pois, a alta competitividade, a exigência dos clientes, recursos financeiros só demonstra a importância e o quão inevitável é investir em controle de processos e gestão, pois sem esse sistema, pode haver uma perda de indicadores basilares seja o prazo, o custo, o lucro, é assim que se resume basicamente a importância do processo de planejamento e controle que deve ser visto como fundamental, trazendo seu impacto na produção.

Mattos (2019) cita que a deficiência no planejamento é um dos principais fatores que acabam causando a baixa produtividade e desempenho desse setor. O monitoramento dos avanços no empreendimento, e seu direcionamento estratégico, possibilita a correção ágil e certa de deslizamentos que possam ocorrer, o que aumenta a credibilidade da empresa e sua chance de se perpetuar no mercado.

O processo de planejamento segue passos extraídos elementos que possam agregar, onde há um roteiro que deve ser seguido, sendo esse roteiro para todos os tipos de construções. Esses passos são (MATTOS, 2019):

- Identificação das atividades: É definido por identificar as atividades que irão compor o cronograma da obra. Deve ser elaborado com grande atenção, pois caso falte alguma etapa, o cronograma ficará inadequado. O responsável por planejar é quem define os prazos relacionados à equipe, que serão descritos no cronograma, nesse passo são vinculadas a produtividade que foi descrita no orçamento com a duração estimada no planejamento;
- Definição da precedência: Essa etapa deve ser executada com bastante precisão, pois o cronograma final com todas as datas que foram previstas para cada atividade, é afetado pela sequência que for definida. Fazer a amarração das atividades é uma operação de grande importância no planejamento. O planejador deve criar uma ordem executiva que seja lógica e adequada. Uma sequência incorreta de atividades, resulta em um produto sem qualquer funcionalidade;

- Geração do cronograma e cálculo das folgas: As folgas podem ser definidas depois da definição do caminho crítico, não sendo representada na própria atividade (método das flechas). Ou, sua definição também pode ocorrer durante o cálculo da rede, e seu valor é registrado na própria atividade (método dos blocos);
- Montagem do diagrama de rede: Trata-se da representação gráfica das atividades, considerando suas dependências, nessa fase as informações de sequência e duração são transformadas em malha de flechas (diagrama). Ao apresentar a lógica do projeto através de um diagrama, facilita a leitura e simplifica o manuseio da rede;
- Definição das durações: É a etapa que define qual a quantidade de tempo que será utilizado na execução de cada atividade da obra. Esse prazo pode ser fixo ou variável, dependendo da atividade a ser executada, quando não depende de equipamentos e recursos humanos, como a cura do concreto, por exemplo, esse prazo é fixo. Já quando depende de equipamentos e recursos humanos, é variável pois existe uma série de fatores que podem alterar o prazo de execução das atividades;
- Identificação crítica: O levantamento do tempo total seria simples, se as atividades estivessem todas em série, mas como também estão em paralelo, torna-se um tanto mais complicado. É importante ter em mente que não está em questão o prazo contratual e sim o prazo total de todos os processos.

É observado até aqui a importância do correto planejamento, frente a um gerenciamento e controle na obra acarreta positivamente e significativamente quando se aplica algo debatido por inúmeros autores, há a necessidade de se realizar o correto planejamento, devendo o mesmo ser cumprido à risca, ser seguido corretamente, para ter um resultado positivo.

3. CONCLUSÃO

Este estudo surgiu da necessidade de expor uma temática tão atual, que poderá servir de parâmetro para futuros outros estudos, restou demonstrado que desde os primórdios, conforme as referências teóricas, as ferramentas que auxiliam no processo de controle e planejamento de obras podem e devem ocorrer em qualquer empreendimento durante a sua execução.

Ficaram demonstrados no decorrer do trabalho, que existem alguns métodos de controle do planejamento, porém todos acrescentam que carece o conhecimento para um resultado satisfatório, sendo a alimentação dos dados, inserção correta dos recursos, trazendo à tona uma obra dinâmica e adaptando as informações para coincidirem com a execução, podendo assim interligar de forma correta a teoria e a prática.

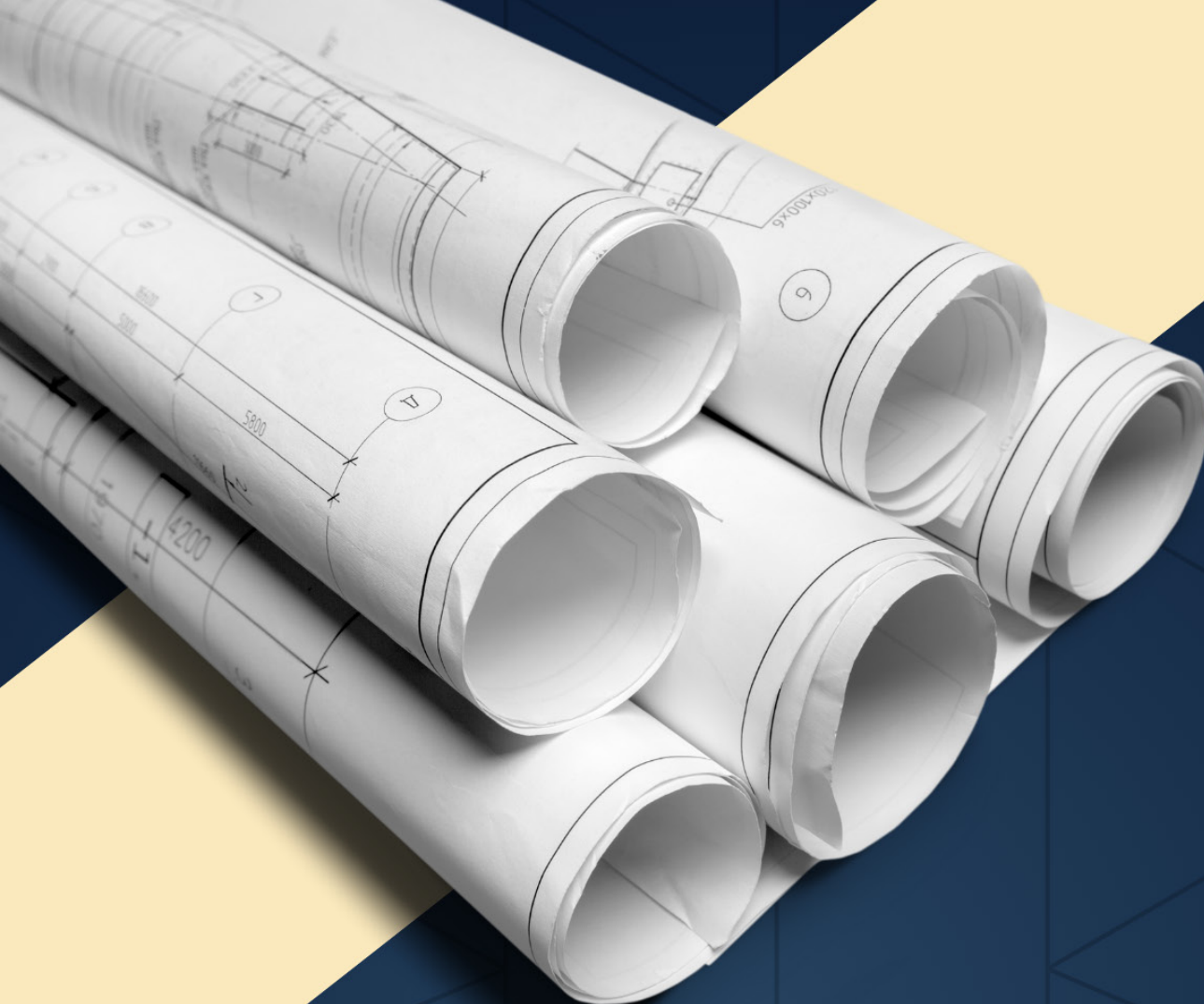
Pois, o processo do planejamento, tende a visualizar situações futuras utilizando ferramentas de suporte, para um menor impacto no custo, dentro de um prazo e que traga mais qualidade dos serviços. A distribuição dos recursos para atender as necessidades e sanar os problemas.

Assim, verificou-se e chegou-se à conclusão que a construção civil atualmente deve ter mais amparo frente a qualificação neste dissenso, para assim propor melhorias no processo da elaboração e controle de um planejamento, pois este é a base crucial para o êxito de um projeto, pois um bom projeto, traz à tona a correta realização e a maior satisfação.



Referências

- ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves Arantes. **Lean Construction – Filosofia e Metodologias**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto – Portugal, 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60079/1/000129800.pdf>. Acesso em: 01 maio.2023.
- ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Gibson Rocha. **O papel do planejamento, interligado a um controle gerencial, nas pequenas empresas de construção civil**. João Pessoa, 1997. Disponível em: <https://docplayer.com.br/55494186-O-papel-do-planejamento-interligado-a-um-controle-gerencial-nas-pequenas-empresas-de-construcao-civil.html>. Acesso em: 05 set. 2023.
- BALLARD, G. The Last Planner System of Production Control, 2000. 120 p. PhD thesis. School of Civil Engineering, University of Birmingham, UK.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- DICIO, DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. **Planejamento**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/planejamento/>. Acesso: em 02 de maio. 2023.
- FISCHMANN, Adalberto Américo; ALMEIDA, Martinho Isnard R. de. **Planejamento Estratégico na prática**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction – Princípios básicos e exemplos**. Apostila sobre Lean Construction – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia-Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – Porto Alegre, RS, 2013.
- GUTHEIL, K. O. (2014). **Desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle da produção em microempresas de construção civil, com foco no planejamento integrado de várias obras** (Dissertação de mestrado). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- HAMZEH, F., BALLARD, G., & TOMMELEIN, I. D. (2012). Rethinking lookahead planning to optimize construction workflow. *Lean Construction Journal*, 2011, 15-34. Recuperado em 15 outubro de 2014, de http://www.leanconstruction.org/media/docs/lcj/2012/LCJ_11_008.pdf.
- LIMMER, C.V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Produção e Obras**. Rio de Janeiro. Livro Técnico e Científicos. Editora. 2017.
- KOSKELA, Lauri Koskela. Application of The New Production Philosophy to Construction. 1992. 81 f. Relatório Técnico, Universidade de Stanford, Califórnia – Estados Unidos, 1992. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.15.9598&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 24 set. 2023.
- MARTINS, L.; (2013) **Gestão Profissional de Projetos**. Disponível em: <http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/gestaodeprojetos>. Acesso em: 02 out. 2023.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Disponível: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4SXXDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP13&dq=+planejamento+de+obras&ots=X1G_li2pR7&sig=nFXWE4kpImb8WNLzcEyZnMyCo2g#v=onepage&q=planejamento%20de%20obras&f=false. Acesso em: 26 abr. 2023.
- MATTOS, Aldo Dórea Mattos. **Planejamento e Controle de Obras**. 1 ed. São Paulo. Editora Pini LTDA, 2010.
- MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de Estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. **Nota Escolar N° 001/CIDOC**. 4a Edição. Rio de Janeiro: ESG, 2017.
- MUBARAK, S. (2010). *Construction project scheduling and control* (2. ed.). New Jersey: John Wiley & Sons. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470912171>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- NATO. *Comprehensive Operations Planning Directive*. V2.0. Allied Command Operations: Belgium, 2013.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho R. **Planejamento Estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 30ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- PEREIRA, Mauricio. **Planejamento: teorias e modelos**. Florianópolis: UFSC, 2009.
- (PMI 2000/ 2004) **PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI**. A guide to the Project management body of knowledge. Syba: PMI Publishing Division, 2000. Disponível em: <http://www.pmi.org>. Acesso em: 10 out. 2023.
- VIEIRA, HÉLIO. **Logística Aplicada à Construção Civil**. 1º Edição. São Paulo, Editora Pini, 2006.



3

IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO NO CAMPO DE AÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

**IMPORTANCE OF THE FIRE PREVENTION AND FIGHTING
PROJECT IN THE FIELD OF CIVIL ENGINEERING ACTION**

Joallison Bruno Silva Viera

Resumo

Este artigo aborda a relevância do projeto de prevenção e combate ao incêndio no âmbito da Engenharia Civil devido à necessidade crescente de garantir a segurança das edificações e das pessoas que habitam. O combate ao incêndio é uma preocupação fundamental na concepção e construção de qualquer edifício de segurança, e seu entendimento é essencial para os profissionais da Engenharia Civil, uma vez que incêndios podem resultar em perdas de vidas humanas, danos materiais significativos e prejuízos socioeconômicos. Diante desse contexto o objetivo geral analisar a importância do projeto de prevenção e combate a incêndio que propõem algumas intervenções que se faz necessário para inibir os fatores de risco de incêndio. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão de literatura, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil dentre outros, envolvendo a temática discutida. Conclui-se que a elaboração e implementação adequada do PPCI são fundamentais para garantir a segurança de edificações e seus ocupantes. A observância das normas e regulamentos estabelecidos não só garante o cumprimento da legislação, mas demonstra um compromisso ético com a vida e o patrimônio.

Palavras-chave: Projeto, Prevenção, Engenharia Civil, PPCI, Implementação.

Abstract

This article addresses the relevance of fire prevention and combat projects within the scope of Civil Engineering due to the growing need to guarantee the safety of buildings and the people in them. Firefighting is a fundamental concern in the design and construction of any security building, and its understanding is essential for Civil Engineering professionals, since fires can result in loss of human life, significant material damage and socioeconomic losses. Given this context, the general objective is to analyze the importance of the fire prevention and fighting project that proposes some interventions that are necessary to inhibit fire risk factors. The methodology used is a literature review, using a qualitative and descriptive method. The search was carried out using the following search engines Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Scholar, Revista Eletrônica de Engenharia Civil, among others, involving the topic discussed. It is concluded that the adequate preparation and implementation of the PPCI are fundamental to guarantee the safety of buildings and their occupants. Compliance with established rules and regulations not only guarantees compliance with legislation, but also demonstrates an ethical commitment to life and property.

Keywords: Design, Prevention, Civil Engineering, PPCI, Implementation.

1. INTRODUÇÃO

A princípio, o fogo era usado para favorecer o homem, mas ao decorrer do tempo, com a evolução, ele também passou a ser configurado como um meio destrutivo, a exemplo das constantes queimadas e incêndios por todo o mundo. Dessa forma, com o surgimento de legislações mais rigorosas, a engenharia civil assumiu um papel atuante em questões relacionadas à prevenção e combate a incêndio, sendo necessário para solucionar problemas deste tipo adequar-se às Legislações e Normas Técnicas do Corpo de Bombeiros.

O tema Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios começou a ser debatido no Brasil após incêndios de grandes proporções nas décadas de 70 e 80, foi quando iniciaram as construções de edifícios mais altos com materiais não resistentes ao fogo. Até o momento não havia preocupação pois nas décadas anteriores não tinha ocorrido incêndios de grandes proporções com perdas de centenas de vida de pessoas e patrimônios.

Assim, a escolha desse estudo demonstra-se de suma importância abordando sobre o projeto e como deve ser solucionado os problemas, uma vez que esta atividade resume a importância da Engenharia, tendo destaque no que é importante para sua realização. Além do mais, os problemas devem ser identificados, mas para que isto ocorra bem, é essencial ordenar de forma adequada as situações provenientes de respostas.

Dentro desse cenário, há vários fatores que podem causar um incêndio, como vazamento de gás, curto-circuito ou a própria ação humana ao lidar com fogo. O projeto de prevenção e combate a incêndio precisa, portanto, dispor de equipamentos de combate ao incêndio, espaços para evacuação dos ocupantes e possibilitar a ação do corpo de bombeiros. Logo esse trabalho visa a responder a seguinte questão: Qual a importância da elaboração do projeto de prevenção e combate a incêndio?

Este estudo tem como objetivo geral analisar a importância do projeto de prevenção e combate a incêndio que propõem algumas intervenções que se faz necessário para inibir os fatores de risco de incêndio. Enquanto os objetivos específicos são caracterizar fogo e incêndio, descrever o processo de implantação do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI). E por fim, apontar normas, leis e instruções técnicas que devem ser seguidas para execução do projeto de combate a incêndio e métodos de extinção do fogo.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2018 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 5 anos, na língua portuguesa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fogo e incêndio

Segundo Stumm (2018) o fogo é uma realidade inevitável na convivência do homem com o ambiente, e é essencial que o homem aprenda a controlá-lo para manter uma harmonia e evitar a ruptura dessa relação. É fundamental ter um conhecimento abrangente



da dinâmica do fogo em todos os seus aspectos, visando uma convivência segura e consciente com esse elemento.

Para Mariana (2019), o fogo é uma reação química que libera luz e calor. Essa reação ocorre devido à mistura de gases quentes, emitem radiação visível. Os elementos básicos que compõem uma reação de combustão química são chamados de combustível, oxidante e calor. Juntamente com uma reação em cadeia, esses elementos podem causar um incêndio.

De acordo com Brentano (2018) fogo é a junção de quatro elementos, que libera calor e luz, denominada combustão. Essa reação química, só acontece quando houver a presença simultânea de três elementos, com suas proporções certas, são elas: combustível, calor e o comburente e a reação em cadeia. Esses quatro elementos juntos formam o chamado quadrilátero do fogo.

Para que haja ocorrência do fogo, deve haver a concorrência simultânea de três elementos essenciais como material combustível, comburente (oxigênio) e uma fonte de calor, formando o triângulo do fogo. Caso haja a propagação do fogo após sua ocorrência, deve haver a transferência de calor molécula para molécula do material combustível, ainda intacta, que entram em combustão sucessivamente, gerando então, a reação química em cadeia. Segundo Fagundes (2019) as principais características dos elementos componentes do fogo são:

1. Combustível: O material combustível para o fogo é tudo que pode queimar, podendo ser sólidos, líquidos ou gasosos, que depois de atingir seu ponto de ebulição, gerando uma reação.
2. Comburente: É o oxigênio existente no ar. É ele que ativa o fogo, o oxigênio deve estar á cima de 15% para geração do fogo.
3. Calor: é a energia de ativação do fogo, pode ser resultado de ações humanas ou naturais.
4. Reação em cadeia: É uma reação que ocorre quando o fogo se auto alimenta (FAGUNDES, 2019, p.14).

De acordo com a classificação padrão, Fagundes (2019) explica que os incêndios são divididos em classes com base no tipo de material combustível envolvido. Essas classes são frequentemente representadas por letras. As classes de incêndio mais comuns incluem (Classe A, Classe B, Classe C, Classe D, Classe K). De acordo com a classificação padrão, os incêndios são divididos em classes com base no tipo de material combustível envolvido.

Segundo Brentano (2018) é importante conhecer a classe de incêndio envolvida, pois diferentes classes exigem diferentes agentes extintores e abordagens de combate ao fogo. O uso do agente extintor correto é crucial para controlar e extinguir o incêndio com segurança. Além disso, é fundamental seguir procedimentos de segurança e evacuação adequados em caso de incêndio para garantir a proteção das vidas humanas.

Seito (2018) menciona que Norma Brasileira nº 13860:2017 conceitua incêndio pela existência de fogo fora de controle, e a Norma Internacional ISSO 8421-1 define o mesmo pela combustão rápida e de forma descontrolada no tempo e espaço. O Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo (2019) estabelece, ainda, o sinistro como fogo intenso e sem controle, capaz de causar danos e prejuízos à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio.

Geralmente, o foco de fogo começa em pequena proporção e o avanço do mesmo depende dos materiais disponíveis, sua distribuição no ambiente e do comportamento ao

fogo dos materiais adjacentes àquele que estiver em combustão (SEITO, 2018). O padrão observado na evolução do incêndio é identificado por uma curva representando a temperatura em função do tempo de desenvolvimento do sinistro, como apresenta na Figura 1.

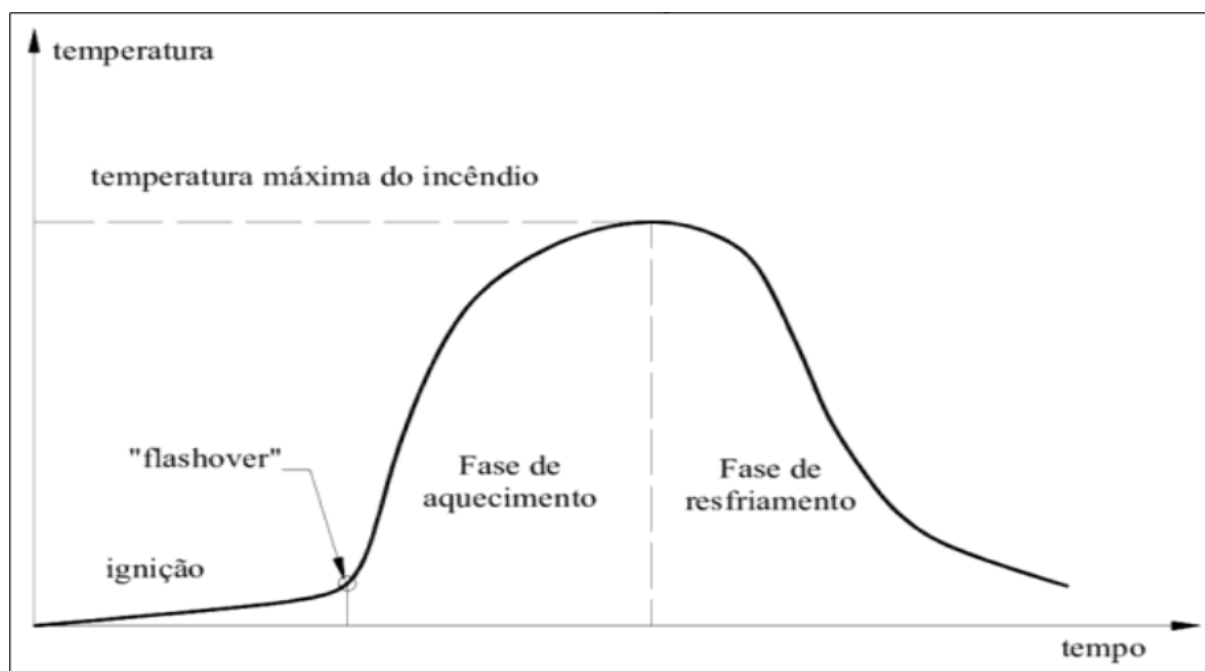


Figura 1. Curva de evolução do incêndio

Fonte: Silva et al. (2018)

A partir da Curva de Evolução do Incêndio, nota-se que o sinistro apresenta quatro estágios bem definidos: ignição, crescimento do fogo (*flashover*), fase de aquecimento e extinção. Reis (2018) afirma que conhecer as diferentes fases permite a melhor compreensão do desenvolvimento do incêndio, contribuindo, assim, para o adequado combate em cada etapa.

A ignição é o incêndio incipiente, no qual o crescimento é lento. Consiste em duas etapas: abrasamento, etapa de combustão lenta, sem chama e produção de pouco calor, e chamejamento, com o desenvolvimento de calor, chamas e fumaça (SEITO, 2018).

A segunda fase representa o crescimento de incêndio, no qual a propagação do fogo para objetos e ambientes adjacentes, gerado a combustão simultânea de vários materiais (SEITO, 2018). Luz (2018) menciona que a presença de oxigênio proporciona a alimentação da inflamação, permitindo o aumento da temperatura e, conseqüentemente, novos focos de incêndio. A etapa continuará enquanto o combustível e comburente estiverem disponíveis no local.

A terceira fase é responsável pelo desenvolvimento do incêndio, no qual todos os materiais combustíveis do ambiente entrarão em combustão. A temperatura poderá atingir valores acima de 1100, desta forma, o incêndio estará fora de controle e não será possível o acesso ao foco (COSTA, 2018). Hurtado (2019) afirma que nesta fase, aproximadamente, 70% dos materiais foram consumidos e a taxa de combustão tende a decair, apresentando uma diminuição da temperatura. Dessa forma, o incêndio entra na fase de extinção.

2.2 Processo de implantação do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI)

Para elaboração de um PPCI, primeiramente deve-se analisar qual a classificação das edificações, atividades e ocupação de acordo com os riscos, e estas informações são obtidas a partir da Norma Técnica nº 002/2013 - Classificação das edificações de acordo com os riscos.

Seu objetivo é classificar as edificações de acordo com os riscos e estabelecer o distanciamento mínimo entre edificações para serem consideradas isoladas no dimensionamento dos sistemas de proteção contra incêndio e pânico. Portanto, ela classifica os riscos, atividades e ocupações das edificações, assim como determina o distanciamento mínimo das edificações isoladas (SPOK, 2020).

Após a determinação do risco da edificação, utiliza-se a Norma Técnica nº 004/2013 - Classificação das edificações quanto à natureza da ocupação, altura, carga de incêndio e área construída para classificar a mesma quanto à natureza de ocupação, altura, carga de incêndio e área construída. Para o corpo de bombeiros a atividade exercida no edifício é de extrema importância, mas isso não é suficiente para classificar o risco.

Além disso, são observados: área construída, altura da edificação e sua carga de incêndio, já que os bombeiros têm uma grande preocupação com a segurança dos ocupantes (LUGON *et al.*, 2018). Portanto, fica explícito que para a elaboração de um PPCI são necessárias informações precisas do prédio, tanto construtivas (relativas à área construída e altura), quanto de sua funcionalidade no tocante à atividade que será realizada (carga de incêndio).

Esta norma técnica tem aplicação em diversas edificações, sejam elas já existentes ou que estão a ser construídas, e toma como base os seguintes procedimentos, segundo Lugon *et al.*, (2018): quanto à ocupação leva em consideração se a edificação é residencial, comercial, educacional, local de reunião de público, etc; Quanto à altura (h) é denominando as edificações como: térreas (quando possuir um pavimento), baixa (quando $h \leq 6$ metros), baixa – média altura (quando $6\text{m} < h \leq 12$ metros), média altura (quando $12\text{m} < h \leq 23$ metros), mediamente alta (quando $23\text{m} < h \leq 30$ metros) e alta (quando $h > 30$ metros); Quanto à área construída é adotado o valor padrão de referência para área construída como sendo maior ou menor que 750 m^2 , bem como o valor padrão de referência para altura como sendo maior ou menor que 12 m e quanto a carga de incêndio podem ser de risco baixo (até 300MJ/m^2), médio (entre 300 e 1200MJ/m^2) e alto (acima de 1200MJ/m^2) (LUGON *et al.*, 2018, p.45).

Algumas medidas podem ser exigidas, de acordo com os critérios anteriores citados, pela Diretoria de Atividades Técnicas (DAT – CBMPB), conforme é descrito na Norma Técnica nº 004/2013-Classificação das edificações quanto à natureza da ocupação, altura, carga de incêndio e área construída para classificar a mesma quanto à natureza de ocupação, altura, carga de incêndio e área construída, tem-se: sinalização de emergência, saídas de emergências, sistema de hidrantes e mangotinhos, extintores, acesso de viatura na edificação, segurança estrutural contra incêndio e pânico, compartimentação vertical, controle de materiais de acabamento, brigada de incêndio, iluminação de emergência, alarme de incêndio, compartimentação horizontal, plano de intervenção de incêndio, detecção de incêndio, chuveiros automáticos, sistema de espuma e controle de fumaça (NORMA TÉCNICA, 004/2018, p.56).

O Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndio e Pânico (PPCIP) detalha a forma para implementar, controlar, monitorar e revisar os padrões de segurança contra incêndio

com o objetivo de garantir que esses padrões sejam mantidos. Por meio desse plano é possível gerenciar efetivamente a segurança contra incêndio, com a finalidade de impedir a ocorrência de incêndios e mais ainda proteger pessoas e propriedades (SPOK, 2020).

A preparação do projeto de prevenção de incêndio é de responsabilidade de profissionais de nível superior que possui o credenciamento no Conselho Geral de Engenharia e Agronomia (CREA), e deverá estar apto a realizar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), sendo necessário adotar corretamente todas as recomendações, normas e legislações previstas pelo Corpo de Bombeiros Militares, para ser aprovado (SKOP, 2020).

A classificação do risco de incêndio de uma edificação é dada em função das características da mesma, na qual deve ser observado o tipo de construção, altura, área a ser construída, a proximidade com outras edificações, a atividade que a mesma vai desenvolver e suas possíveis consequências em caso de incêndio (ANVISA, 2015). Segundo a Norma Brasileira nº 14.432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimentos os projetos deverão ser feitos de modo a estarem dentro das legislações da norma (ABNT, 2019).

Já ao que se refere às edificações residenciais que serão construídas, é necessário ter cautela com a Norma Brasileira nº 15575 – Desempenho de Edificações Habitacionais (vide Apêndice), que apresenta características indispensáveis de uma obra para o consumidor, com o objetivo de prezar pela segurança estrutural e contra incêndios, além do conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade e vida útil da construção (ABNT, 2018).

Assim sendo, com base na Norma Brasileira nº 15575, relacionando às normas de desempenho e citando que as edificações devem ser planejadas para: atender as necessidades de dificultar o princípio do incêndio e propagação de incêndio, minimizar risco de colapsos estruturais em situações de incêndio (desempenho estrutural), dificultar inflamação generalizada e limitar a fumaça, dentre outros (ABNT, 2018).

Ainda segundo Brentano (2018), as medidas de proteção da edificação ao fogo podem ser classificadas em passivas e ativas: As medidas de proteção passiva são aquelas tomadas durante a fase de elaboração do projeto arquitetônico e de seus complementares, com o objetivo de evitar ao máximo a ocorrência de um foco de fogo, e, caso aconteça, reduzir as condições propícias para o seu crescimento e alastramento para o resto da edificação e para as edificações vizinhas. Podem-se citar como exemplos: afastamento entre edificações; segurança estrutural das edificações; compartimentações horizontais e verticais; controle da fumaça de incêndio; controle dos materiais de revestimentos; controle das possíveis fontes de incêndio; saídas de emergência; sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA); brigada de incêndio e acesso das viaturas do corpo de bombeiros junto à edificação (BRENTANO, 2018, p.58).

As medidas de proteção ativa: também chamadas de medidas de combate, são aquelas tomadas quando o fogo já está ocorrendo. São sistemas e equipamentos que devem ser acionados e operados, de forma manual ou automática, para combater o foco de fogo, com o objetivo de extingui-lo ou, em último caso, mantê-lo sob controle até sua auto-extinção, e também auxiliar na saída dos ocupantes da edificação com segurança e rapidez. Podem-se citar como exemplos: sistema de detecção (alarme de incêndio, sinalização de emergência, iluminação de emergência, extintores de incêndio, hidrantes ou mangotinhos, chuveiros automáticos, espuma mecânica e gases limpos ou CO₂) (BRENTANO, 2018, p.56).

O PPCI deve ser entregue ao Corpo de Bombeiros Militar para análise e aprovação. Este consiste em memoriais, laudos com suas respectivas ARTs (Anotação de Responsabilidade Técnica) e plantas com os detalhamentos dos sistemas citados, usando simbologia

padrão.

Deixando de analisar a importância da segurança contra incêndio pelo ponto de vista mais vital, que é o da proteção de vidas humanas, pode-se concluir facilmente que a elaboração de um PPCI correto, seguro e dentro da legislação também possui alta vantagem econômica, tanto para o setor público quanto para o setor privado.

2.3 Normas, leis e instruções técnicas que devem ser seguidas para execução do projeto de combate a incêndio e métodos de extinção do fogo.

No Brasil existem um conjunto de leis e normas que regem o sistema de proteção contra incêndio. Sendo as legislações na esfera nacional, a Lei 13.425/17 sobre medidas e prevenção de combate a incêndio estabelece as diretrizes gerais, estadual, municipal e normas técnicas.

As legislações atuais usam normas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tem por objetivo estabelecer regras claras de uso comum. Existem várias Normas Regulamentadoras (NR), no que se refere ao item de segurança para proteção contra incêndio temos a NR 23. Segundo Neta (2019) a NR 23 estabelece legalmente diretrizes que as empresas devem seguir, sendo necessário possuir alguns itens, políticas e medidas de controle e combate a incêndio.

A Lei Brasileira nº 13.425/20, permite que os Estados possam ter a sua própria legislação, possibilitando ainda que os municípios tenham as suas prescrições acrescentadas. Além disso, o Art. 2 da Lei prevê que o planejamento urbano a cargo dos Municípios deverá observar normas especiais de prevenção e combate a incêndio e a desastres para locais de grande concentração e circulação de pessoas, editadas pelo poder público municipal, respeitada a legislação estadual pertinente ao tema.

No Art. 6 da Lei 13.425/20 atribui ao Corpo de Bombeiros Militar a função de planejar, analisar, avaliar, vistoriar, aprovar e fiscalizar as medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público, sem prejuízo das prerrogativas municipais no controle das edificações e do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano e das atribuições dos profissionais responsáveis pelos respectivos projetos.

A Norma Técnica N° 4 (2018) é responsável por regulamentar as condições mínimas exigíveis para o acesso e estacionamento de viaturas de bombeiros nas edificações. De acordo a norma, em locais de aglomeração de público e áreas de risco, as seguintes condições mínimas devem ser seguidas:

- Vias de acesso: largura mínima de 6m, suportar viaturas com peso de 25.000 quilogramas-força, altura-livre mínima de 4,5 metros, quando o acesso tiver portão deve ter à largura mínima de 4,00m e altura mínima de 4,50m e entre outras determinações.
- Faixas de estacionamento: larguras mínimas de 8 metros, comprimento mínimo de 15 metros, desnível da faixa de estacionamento não ultrapasse 5% e outras determinações.

No entanto, a depender do tipo de edificação podem ou não existir as vias e faixa de acesso. Por isso na Norma Técnica N° 4 (2018) possui uma tabela em que é possível consultar as especificações, conforme mostra a Quadro 1.

Tipo de Edificação	Afastamento em relação ao meio fio	Medida adotada
Edificação com altura menor ou igual a 12 metros	Edifício principal afastado mais que 20 metros	Via de acesso e faixa de estacionamento
	Edifício principal afastado até 20 metros	Nenhuma
Edificação com altura maior que 12 metros	Edifício principal afastado mais que 10 metros	Via de acesso e faixa de estacionamento
	Edifício principal afastado até 10 metros	Nenhuma
Condomínio de residências unifamiliares	Todos	Via de acesso

Figura 2. Definição das vias de acesso e faixas de estacionamento

Fonte: Norma Técnica N° 4 (2013)

Norma Técnica n° 6 (2018) estabelece as condições que devem ser atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação para que em caso de sinistro, o colapso estrutural seja evitado por tempo suficiente de maneira que possibilite as evacuações, chegada dos bombeiros para combater o fogo e minimizar os prejuízos. Portanto, para medir essa resistência, são realizados teste de Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), que analisam o tempo até que essa estrutura colapse.

Segundo Brentano (2018) saídas de emergência são os meios da rota de fuga usado em caso de incêndio ou de outra emergência, que possibilite ser percorrido pelos ocupantes por seus próprios meios a partir de qualquer local da edificação até atingir a via pública ou um ponto externo de segurança. Além disso, esse trajeto deve ser de fácil acesso e visualização, sinalizado e iluminado, constituído por portas, corredores, vestibulos, escadas, rampas, saguões, passagens externas etc. Tudo isto para permitir que os ocupantes possam sair com segurança e facilitar o acesso do corpo de bombeiros para ajudar no socorro.

De acordo a Norma Técnica n° 11 (2018), consiste num planejamento prévio para a provável ocorrência de uma emergência e visa facilitar o reconhecimento da edificação por parte da população e das equipes de emergência, proporcionando sua utilização em simulados e treinamentos.

A Norma Técnica n°12 (2018) determina as condições mínimas para a formação, treinamento e capacitação de brigadas de incêndio para atuação em edificações, locais de aglomeração de público e áreas de risco. Nela são encontrados os critérios e o cálculo da quantidade de brigadistas que o local deve possuir.

A Norma Técnica n° 14 (2018) descreve os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento dos sistemas de detecção e alarme de incêndio, na segurança e proteção de uma edificação. Se determinada edificação não possuir esse sistema, ocorrendo um princípio de incêndio a sua identificação será mais demorada, o que aumenta as chances de se propagar e dificultar o combate.

De acordo Norma Técnica n° 15 (2019) a sinalização de emergência tem como finalidade reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio.

A Norma Brasileira n° 12693:2019 determina os requisitos exigíveis para projeto, sele-

ção e instalação de extintores de incêndio portáteis e sobre rodas, em edificações e áreas de risco, para combate a princípio de incêndio. Cada pavimento deve possuir no mínimo duas unidades extintoras, sendo que uma para incêndio classe A e outra para incêndio classe B e classe C. É permitida a instalação de duas unidades extintoras de pó ABC (ABNT, 2019). A Norma Técnica nº 17 (2019) fixa as condições para dimensionamento, instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características dos componentes de sistemas de hidrantes e de mangotinhos para uso exclusivo de combate a incêndio. De acordo Uminski (2020), o sistema de chuveiros automáticos é uma instalação de combate a incêndio, que funciona sem a interferência humana, detectando e extinguindo um princípio de incêndio. O sistema é constituído por um reservatório de água ligado a uma rede de tubulações fixas nas quais são instalados os chuveiros automáticos. Tal sistema deve estar sempre pressurizado, a fim de garantir o acionamento automático dos chuveiros em caso de incêndio, e que acionará o dispositivo de alarme. O mesmo deve ser equipado com um dispositivo automático que acione o funcionamento das bombas enquanto estiverem em uso. A Norma Técnica nº 18 (2018) define os parâmetros obrigatórios da sua instalação, manutenção e uso.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa concluiu que o projeto de prevenção e combate ao incêndio desempenha um papel crucial na engenharia civil, não apenas garantindo a segurança das edificações, mas também protegendo vidas humanas. A análise das normas e normas vigentes demonstrou a necessidade de adesão a padrões específicos de segurança, considerando a natureza ambientalmente devastadora de incêndios.

No primeiro capítulo confirmou que o fogo é um processo químico exotérmico que envolve uma combinação de oxigênio com uma substância combustível, resultando na emissão de calor, luz, gases e resíduos sólidos. Por sua vez, um incêndio é um evento não controlado de fogo que pode causar danos prejudiciais a pessoas e propriedades.

No segundo capítulo destacou-se sobre a implantação a implementação adequada de projetos de prevenção e combate a incêndios, a observância rigorosa e a escolha de métodos de extinção são essenciais para garantir a segurança de edifícios e de seus ocupantes. Essas medidas são fundamentais para minimizar riscos, proteger vidas humanas e patrimônio, bem como para manter a integridade do ambiente construído.

No terceiro capítulo abordou-se sobre as normas, leis e instruções técnicas desempenham um papel fundamental na regulamentação do combate ao incêndio. A priorização da segurança e a conformidade com as regulamentações são essenciais para mitigar os riscos de incêndio, proteger vidas humanas e bens, e garantir a integridade das estruturas construídas.

Em suma, o estudo reforçou a relevância crítica do tema para a engenharia civil e enfatizou a necessidade de investimento em conhecimento e práticas atualizadas nessa área para garantir a segurança e a qualidade das construções.

Referências

ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 2015. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271121/incendio.Pdf/97b95c4f-fc13-47a6-8ddd-033fb2b893be>. Acesso em: 24.08.23

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12693: Sistema de proteção por extintores**

de incêndio. Rio de Janeiro. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13860: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio.** Rio de Janeiro. 2017.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações.** 3. ed. Porto Alegre: Edição do autor, 2018.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **Instrução técnica nº 02:** Conceitos básicos de segurança contra incêndio. 2018.

COSTA, E. F. **Mudança nas exigências das medidas de prevenção e proteção contra incêndio em edificações devido à nova legislação (Lei Kiss):** análise teórica e aplicação em uma edificação de uso comercial. 2018. 176 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

FAGUNDES, Fabio. **Plano de prevenção e combate a incêndios:** estudo de caso em edificação residencial multipavimentada. 2019. 71 f. Monografia (Departamento de Ciências Exatas e Engenharias) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, URNRS, Santa Rosa, 2019.

HURTADO, J. E. P. Metodologia para levantamentos de cargas de incêndio em edificações residenciais. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

ISO 8421 Part 1. **General terms and phenomena of fire.** Genève.

LUGON, A. P. et al. **Livro Scier:** Segurança Contra Incêndio em edificações – Recomendações. Espírito Santo: [s.n.], 2018.

LUZ, V. H. **Simulação computacional de incêndio em um depósito:** análise das principais variáveis que influenciam no comportamento do incêndio. 2017. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MARIANA, Sandro da Cunha. **PPCI fácil:** Manual completo de prevenção de incêndios. Pelotas, RS, 2019.

NETA, M. L. **O comportamento dos materiais e componentes construtivos diante do fogo:** reação ao fogo. São Paulo: Projeto Editora, 2019. p. 55-74.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 002** - CBMPB: Classificação das edificações de acordo com os riscos. Paraíba. 2019.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 06:** Sistema Preventivo por Extintores. Florianópolis, 2018.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 11:** Sistema de Iluminação de Emergência. Florianópolis, 2018.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 12:** Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio. Florianópolis, 2018.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 14** – Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio. Anexo XIV ao Decreto N° 3950, de 25 de janeiro de 2018.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 15:** Sinalização de Emergência. Anexo XV ao Decreto N° 3950, de 25 de janeiro de 2019.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 17** – Sistemas de Hidrantes Para Combate a Incêndio. Anexo XVII ao Decreto N° 3950, de 25 de janeiro de 2019.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 18:** Controle de Materiais de Revestimento e Acabamento. Florianópolis, 2018.

NORMA TÉCNICA. **Instrução Normativa nº 4:** Acesso de Viaturas nas Edificações, Locais de Aglomeração de Público e Áreas de Risco. Anexo IV ao Decreto N° 3950, de 25 de janeiro de 2018.

REIS, V. G. **Sistemas de proteção e combate a incêndio de um prédio comercial na cidade de Uberlândia - MG.** 2018. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2018. 457p

SILVA, V. P. et al. **Segurança das estruturas em situação de incêndio.** In: SEITO, A. I. et al. A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2018. p. 135-165.

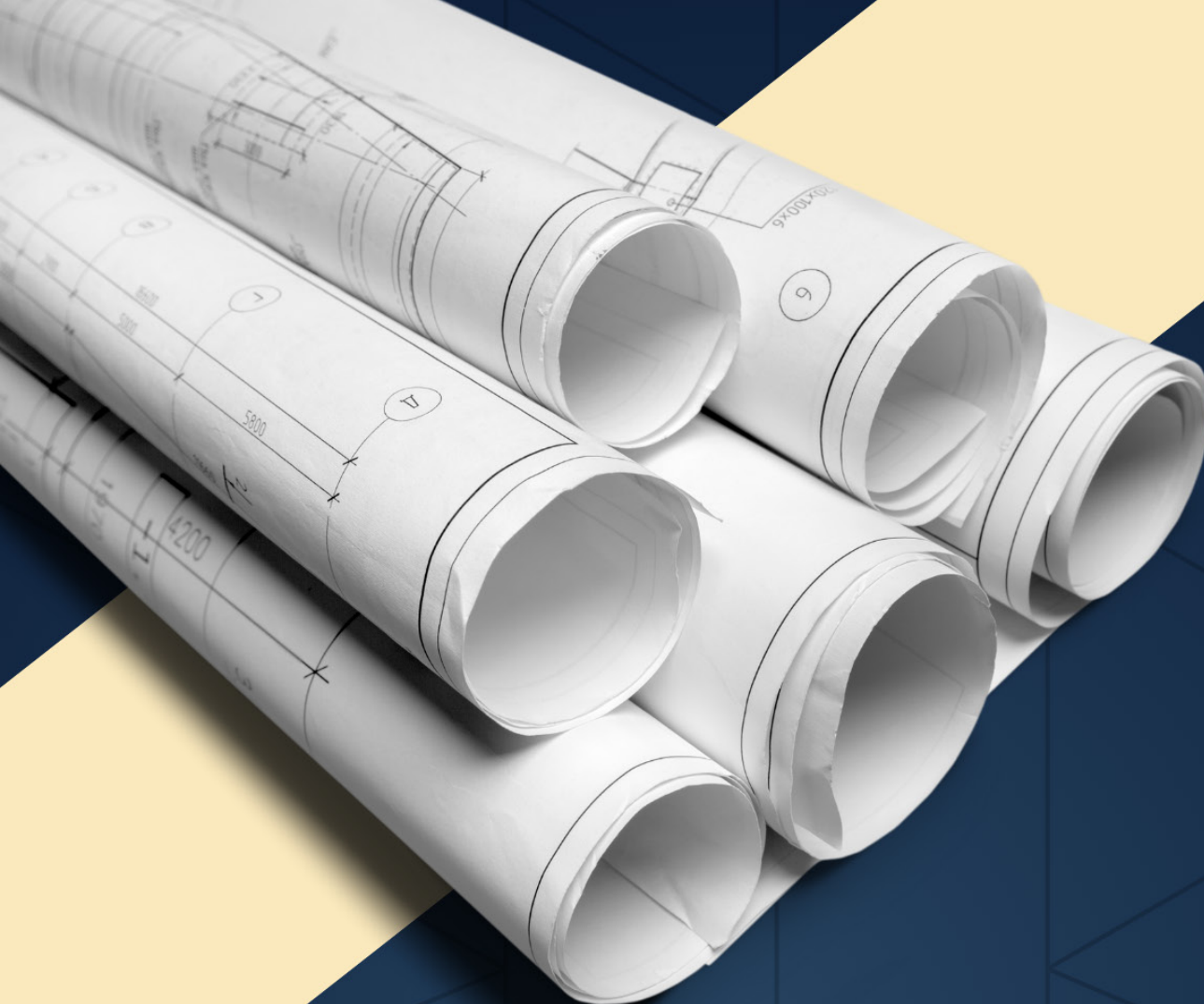
SPOK, M. F. **Análise do risco global de incêndio em edifícios hospitalares:** diagnóstico de risco da Santa Casa de Misericórdia de São João Del Rei/MG, Brasil. 2020. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia



Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

STUMM, Maria do Céu Araújo de Sousa. **Análise de riscos contra incêndio e pânico:** estudo de caso no Hospital Regional Tarcísio Maia em Mossoró/RN. 2019. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

UMINSKI, Alessandra S. de Carvalho. **Técnicas de prevenção e combate a sinistros.** Santa Maria, RS: Colégio Nossa senhora de Fátima, 2020



4

EFICIÊNCIA DA NR 18 EM OBRAS DE PEQUENO PORTE

EFFICIENCY OF NR 18 IN SMALL WORKS

**Caio Henrique Vale Vieira
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Andreia Jane Leandro Camara**

Resumo

As normas regulamentadoras visam instruir sobre deveres e direitos na questão de saúde e prevenção de acidentes dos trabalhadores. O objetivo da pesquisa foi analisar a aplicação nas obras de pequeno porte, as normas de prevenção, segurança e a falta de ajustes no comprimento e ação da Norma Regulamentadora (NR) 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. A análise teve o resultado de não uso de equipamentos de proteção individual, locais das áreas de vivência, implementação de planos de gestão de riscos, segurança de trabalho e o cumprimento da obra em falta de aplicação das normas. O andamento do trabalho foi eficaz através de questionários com perguntas para empregados e supervisores presentes no canteiro de obras. Os resultados apontam que as obras de pequeno porte são em alto índice as que mais possuem dificuldade em aplicar as normas regulamentadoras. Por falta de fiscalização de parte de órgãos executores, encontrando essa quantidade de fatores na construção civil. De modo geral, é concluído que ter uma rigidez na ação da norma, o percentual de acidentes de trabalho averiguadas nessa pesquisa foram de baixo índice. Concluiu-se perante as informações obtidas, os custos em se aplicar a NR-18 corresponde o custo do total da obra a 1,5 a 3,0%, logo, a aplicação da verba investida na área de segurança do trabalho é pago pelos ganhos de produtividade e melhores circunstâncias da segurança para os funcionários e de trabalho.

Palavras-chave: Normas Regulamentadoras, EPI, Obras de pequeno porte, Áreas de vivência. Gestão de riscos

Abstract

Regulatory standards aim to provide information on duties and rights regarding workers' health and accident prevention. The objective of the research was to analyze the application in small works, prevention and safety standards and the lack of adjustments in the length and action of Regulatory Standard (NR) 18 – Working Conditions and Environment in the Construction Industry. The analysis resulted in non-use of personal protective equipment, locations of living areas, implementation of risk management plans, work safety and compliance with the work in the absence of application of standards. The progress of the work was carried out efficiently through questionnaires with questions for employees and supervisors present at the construction site. The results indicate that small-scale projects are the ones that have the most difficulty in applying regulatory standards. Due to lack of supervision on the part of executing agencies, encountering this number of factors in civil construction. In general, it is concluded that with rigidity in the action of the standard, the percentage of work accidents investigated in this research were low. Based on the information obtained, it was concluded that the costs of applying NR-18 correspond to the cost of the total work at 1.5 to 3.0%, therefore, the application of the funds invested in the area of occupational safety is paid by the productivity gains and improved employee safety and work conditions.

Keywords: Regulatory Standards, PPE, Small works, Living areas. Risk management

1. INTRODUÇÃO

A NR-18, definida como norma setorial, regulamenta atividades econômicas em especificações e as execuções de trabalho em setores. Sendo editada no ano de 1978 no dia 8 de junho, em título de “Obras de Construção, Demolição e Reparos” pela portaria MTb nº 3.214. Para o intuito de reduzir o número de acidentes de trabalho em canteiros de obras, aumentando o ponto de segurança no ambiente de trabalho e conscientização em local de construção, zelando pela integridade física e saúde do trabalhador

Em pesquisa de dados com o Anuário Previdência Social (SECRETARIA DA PREVIDÊNCIA, 2020) foi divulgado ao público as estatísticas entre os anos de 2019 e 2020, uma baixa de 17,2%, sendo em 2019 o número de 586.857 acidentes de trabalho e em 2020 uma queda para 445.814 acidentes em seguida, no entanto, o número de acidentes de trabalho continua altos consideravelmente.

Por entanto o Brasil está na quarta colocação em maior número internacional em acidentes de trabalho, conforme o levantamento da Organização Internacional do Trabalho (OIT), com aproximadamente 6 óbitos a cada 100 mil trabalhadores, sendo que as principais causas são quedas, distensão muscular, cortes em membros inferiores e excesso de esforço.

Antes das aplicações obrigatórias das normas regulamentadoras nas áreas de trabalho, o índice de acidentes era em volume alto, por falta de fiscalizações e ambientes com falta de condições para as atividades dos empregados. Tendo a tal situação de taxas de doenças ocupacionais e acidentes elevado.

Com o alto índice de acidentes em obras de construção civil, é claro ver a baixa porcentagem de cumprimento da NR-18, principalmente em obras de pequeno porte, onde a fiscalização é a maioria das vezes em falta, assim tendo uma obra simples com um alto nível de riscos para os trabalhadores, por falta de comunicação e informação, de obrigações exigidas na norma regulamentadora.

Com a nova atualização que ocorreu 03 de janeiro de 2022, da NR-18, temos em base as especificações facilitadas e exigidas em obras de construção civil, com obrigação de um profissional na área de segurança do trabalho, facilitando a burocracia e informações para os trabalhadores, assim exigindo a obrigatoriedade da norma regulamentadora em todas as fases da construção.

Porém ainda há um número alto de ocorrências de acidentes em obras, com base de mal gerenciamento e definições de processos, em prevenir possíveis acidentes e fiscalização necessária, para definir um local de trabalho totalmente padronizado e seguro, em todos os locais obrigatoriamente exigidos em uma construção civil, necessitando da responsabilidade da elaboração do profissional legalmente habilitado e qualificado.

Diante do exposto questiona-se: Qual a eficiência da NR18 atualizada em agosto de 2021, com o programa de gerenciamento de riscos, na baixa do índice de possíveis acidentes na maior área de trabalho do país, referente a obras de pequeno porte?

Para responder ao questionamento definiu-se como objetivo deste estudo analisar as aplicações da norma regulamentadora NR-18 em obras de pequeno porte, com as ações da nova atualização de 2022. Dessa forma pode-se observar os benefícios implementados nas obras, analisar as principais dificuldades encontradas na ação da norma regulamentadora e mostrar a o tamanho da necessidade da obrigação do cumprimento nas obras para a melhoria total em questão das condições no ambiente de trabalho e a redução de



acidentes na área da construção civil e principalmente em obras de pequeno porte, para garantir a redução total de riscos para o bem-estar dos trabalhadores nas obras e evitar grandes gastos potenciais para a empresa ou construtora.

Os objetivos específicos traçados foram os de especificar a importância das normas de segurança individuais e coletivas em atividades de obras de pequeno porte; detalhar a relevância e a eficiência da NR18 atualizada em obras de pequeno porte; detalhar as causas de descumprimento das atividades exigidas na norma.

Dessa forma, espera-se contribuir na eficiência de um ótimo profissional com conhecimento da NR-18, nas obras de construção civil, especificando a utilização de EPI's, treinamentos e a implementação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), elaborando planos de obras visando evitar riscos de acidentes e obrigações de utilização de equipamentos na construção civil, além de fornecer um ambiente confortável para o trabalhador, sem riscos, exigidos na norma regulamentadora 18.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O procedimento adotado foi a pesquisa bibliográfica, abordada de forma qualitativa e descrita, para uma revisão literal em busca de resolver a situação-problema em destaque, assim pesquisou-se trabalhos acadêmicos, artigos científicos, teses e outras informações sobre o tema do trabalho referente a eficiência da NR -18 em obras de pequeno porte e com base nos dados recolhidos e analisados em meio de material aberto nos principais acervos digitais, como periódicos, da CAPES, SciELO e Google Acadêmico, definiu-se esse trabalho. A opção dessas escolhas de fontes de informações abrange a alta quantidade desenvolvidos em área nacional e internacional. Foi empregado, principalmente, a captura e análise que abordou as seguintes palavras-chave NR-18 e obras de construção civil, considerou-se o período entre 2017 e 2023 para a busca das informações. Em critério de desabono não foram aplicados conteúdo fora do tema proposto.

2.2 Resultados e Discussão

O texto mostra a definição dos acidentes de trabalho em obras de pequeno porte na construção civil e as informações obtidas em análises em âmbito nacional. Tendo como princípio a base na segurança do trabalho e a norma regulamentadora 18 e seus pontos em questão, em vista da NR-18, em qual o ponto é a fiscalização e aplicação no trabalho. Enfim, será questionado as dificuldades encontradas em empresas profissionais na área da construção civil e suas respectivas obras de pequeno porte, tendo a rigidez na aplicação das normas regulamentadoras em questão.

2.2.1 Acidente de Trabalho em Obras de Pequeno Porte na Construção Civil

A definição em questão do acidente de trabalho legal em vigor, é comprovada pela lei geral da Previdência social, não por documento oficial do Ministério do Trabalho, sendo a lei 8213 de junho, na qual se conceitua:

A doença ocupacional ou profissional está definida no artigo 20, I da Lei n.8.213 de 24 de julho de 1991 como a enfermidade produzida ou desencadeada pelo exercício do traba-

Isto peculiar a determinada atividade e constante da relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social (BRASIL, 1991).

Doença ocupacionais e acidentes de trabalho são os principais motivos de preocupação pelo alto número que se agrava e causa o afastamento de trabalhadores. São esses os diversos motivos, como: o alto por baixa de treinamento em questão parte do empregador, o encontro de ambientes de trabalho inapropriados para serviço, falta de responsabilidade nas atividades dos próprios funcionários, baixa renda para investir, quantidades altas de serviço pesados encontradas nas atividades de serviços dos funcionários, resultando em cansaço mental e físico. O ponto elevado de falta de rigidez em proteção ocasionando imprudência no processo das atividades em obras e desempenho de funcionários em suas respectivas funções.

Com a comprovação de maior índice de riscos de acidentes na área de obras de pequeno porte na construção civil, tendo em conta um número elevado de baixa de trabalhadores e com um dobro na média nas quantidades de acidentes em parâmetro nacional, indicado no INSS (2017). Na área econômica da construção civil com um número alto de acidentes, como aponta os dados de análise governamental em questão a segurança do trabalho no Brasil (BRASIL, 2012), assim, tendo uma diferença na questão de nível em com contato com eletricidade e soterramento. Como indica Oliveira (2004), “A rotatividade de mão de obra é proposital: no final de cada etapa da construção, há uma dispensa coletiva de trabalhadores que voltam a ser contratados em etapas posteriores”. Importante lembrar os motivos principais na importância de prevenir acidentes de trabalhos, tendo pela frente a problemática por parte de falta de uso de EP’IS para funcionários, equipamentos básicos para utilizar em obras e a falta de treinamentos em constância com o objetivo de prevenir no momento de suas atividades relacionadas.

Conseguimos ver na Figura 1, os dados entre 2010 e 2016, o número de acidentes de trabalho em obras da construção civil, analisadas com os dados históricos da Previdência Social.

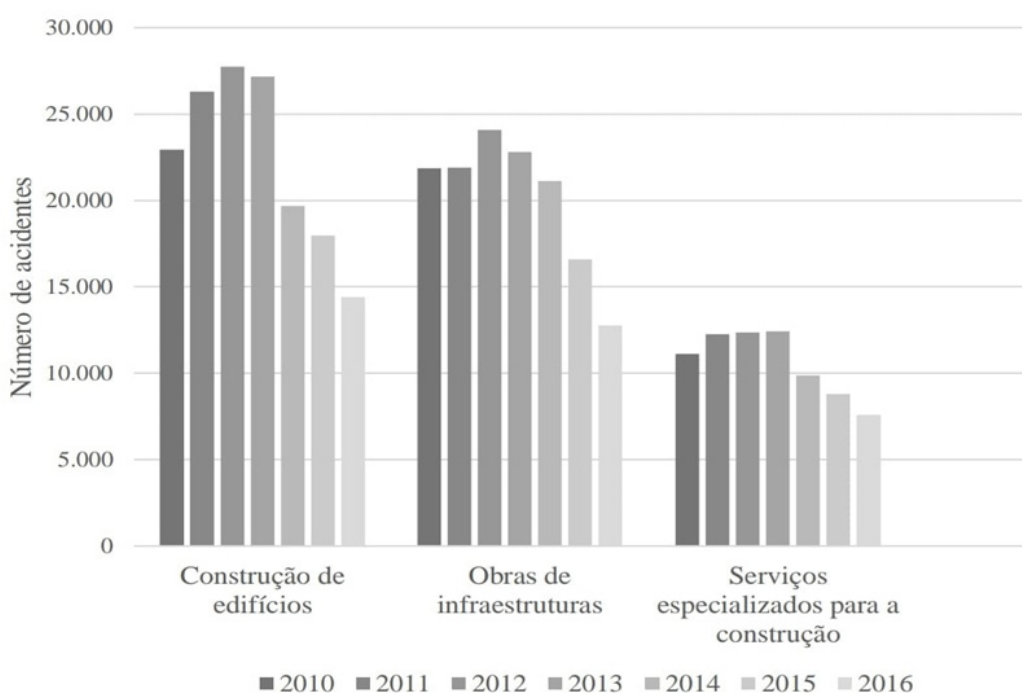


Figura 1. Quantidade de acidentes de trabalho no setor da construção entre 2010 e 2016.

Fonte: Adaptado do Ministério da Previdência Social, (2020)

Na Figura 1 é claro perceber a baixa em números de acidentes em 2016, tendo início da queda em 2013, sendo que um dos principais motivos da baixa ocorreu após a aplicação da norma e número elevado de divulgações, ou por conta da taxa alta no ponto de subnotificação. Mesmo com o resulta da queda de acidentes, podemos averiguar que o número na taxa, ainda prevalece muito elevado em comparação ao esperado quando se trata de acidentes em trabalho.

2.2.2 Treinamento específico da NR-18 em obras de pequeno porte

Um dos objetivos centrais da Norma Regulamentadora 18, é capacitar empregados na área da construção civil, em prol da eficiência em prevenir inúmeros acidentes de trabalho. Na NR 18 no ponto da capacitação especificamente é aplicada em trabalhadores em qual sua função se orienta em operações em guias, no momento de transportar pessoas, equipamentos de movimentação e materiais para construção, lembrando ressaltar que são atividades realizadas em altura e espaços confinados em obras.

Para a capacitação admissional em questão, tendo base ao que se foi passado no texto da NR-18, os empregados deveram ter seis horas durante o expediente de trabalho periodicamente antes de suas atividades em obra, como carga horária mínima. Os pontos a serem aplicados nas programações de treinamento, se refere-se ao:

- a) As possibilidades de riscos lógicos de sua atividade;
- b) Ter alto conhecimento do meio ambiente onde se vai trabalhar e das condições em que se encontra o trabalho;
- c) Equipamentos de Proteção Individual (EPI) Conscientizando quando se trata em uso rígido e adequado;
- d) Conhecimento geral de Equipamentos de Proteção Coletivo (EPC) encontrados no canteiro de obra.

“Os trabalhadores devem receber instruções adicionais ao treinamento periódico quando forem introduzidos novos métodos, equipamentos, mudanças no processo ou procedimentos que possam implicar novos fatores de riscos ou alterações significativas” (CAMISASSA, 2015).

Após a atualização da norma regulamentadora 18, ocorrerá consequências em não cumprimento da norma em questão ao que foi passado nos treinamentos, tendo multa, embargos, chegando até uma possível interdição de obra, débitos de adicionais de insalubridade e periculosidade, aumento em questão de alíquota do seguro de acidentes de trabalho e o fator acidentário de prevenção, sendo punições de âmbito civil e criminal, definindo a importância do treinamento ao início de obras e tendo foco na absorção e dominância do assunto em todas as áreas que o treinamento proporciona.

2.2.3 A segurança do trabalho em prol da construção civil

Como se refere Santana et al. (2011), na questão da Indústria da Construção Civil (ICC) é observado o alto risco no ambiente de trabalho e na área de sua profissão, em oposição na atividade manual onde é operado as atividades para a produção em suas respectivas funções, agravando uma alta obtenção de acidentes, onde é capaz de verificar uma rigidez

na aplicação eficiente de segurança na área de serviço. Na legislação o ponto relacionado é as normas de aplicação diretamente na questão de segurança no trabalho, com o objetivo de agregar aos trabalhadores em suas funções de serviço, com intuito de resguardar a saúde e bem-estar em suas atividades priorizando a eficácia das normas aplicadas por seus respectivos supervisores em obras de pequeno porte.

Podemos ressaltar a importância da segurança quando se trata em construção civil, em visão de evitar qualquer tipo de acidente que as atividades exercidas pelos trabalhadores podem causar, a norma sendo aplicada e bem cumprida, os riscos chegam a diminuir drasticamente, principalmente nas atividades mais arriscadas, com eletricidade e em altura, a segurança deve ser em dobro, com utilização de equipamentos de segurança e treinamentos específicos.

2.2.4 Importância da aplicação das normas regulamentadoras

Sendo o objetivo principal para evitar acidentes e fazer prevalecer a segurança nas atividades dos empregados em suas funções, as Normas Regulamentadoras (NR's) são cruciais no início da jornada, na garantia de diminuir o máximo possível de ações negativas quando se refere a saúde dos funcionários e a ótima execução em suas atividades. Em questão de funcionários regidos em CLT por empresas públicas e privadas, é de ressaltar os 14 processos obrigatórios e rígidos na orientação, com intuito de estar sendo aplicado e seguido as normas como se refere na Figura 2.



Figura 2. Órgãos e empresas que devem cumprir as Normas Regulamentadoras (NR). CLT: Consolidação das Leis do Trabalho.

Fonte: CAMISSASSA (2015)

Por meio da Portaria nº 3.214, em 1978, tivemos as NR's regulamentadas em função do Ministério do Trabalho. Atualmente temos em vigor 37 normas em ação, sendo que de início foram aprovadas a quantidade de 28 normas. Vale ressaltar, os que representaram os empregados e empregadores na questão do andamento e processo das normas desenvolvidas, foram membros em ligação ao Governo Federal.

2.2.5 Transcendência em prol do ambiente de trabalho na indústria da construção em obras de pequeno porte

O sistema de preventivos de segurança nas etapas e suas medidas de controle, são alguns pontos que a NR 18 (BRASIL, 1995) dispõe-se a implementar para afirmar a segurança dos empregados, em prol do ambiente e local onde ocorrerá a obra em questão das condições que se encontra na indústria da construção. Lembrando que a norma é referente aos pontos de diretrizes de ordem administrativa, organização e planejamento. Os objetivos gerais dessa norma são:

- a) Perseverar na afirmação da integridade e saúde dos empregados;
- b) Designar ações e questões de responsabilidades aos que administram;
- c) Sempre analisar previsões de supostos riscos que possam atrapalhar as etapas de obras;
- d) Analisar e decidir padrões para prevenir e proteger atividades em áreas de riscos;
- e) Executar habilidades que tenha uma baixa de riscos em questão de acidentes e doenças.

2.2.6 Ambiente de obras e utensílios em visão de qualidade

A importância das áreas de vivência é fundamental para uma qualidade melhor de serviço dos funcionários em questão de gestão de canteiros, destacados por autores em inúmeras bibliografias, sem esquecer da exposição feita por TROTTA (2012). Nesse ponto a falta de investimento por não aprovar essa questão fundamental, acaba virando uma necessidade alta por falta de empenho de empresas. A funcionalidade e objeção em questão das áreas de vivência para os trabalhadores em obras são básicas com obrigação em ter lazer, higiene nos ambientes, alimentação de qualidade e área ambulatorial para suprir a carência em serviço. Temos esses pontos como obrigações básicas para empresas na contratação de mão de obra e empreitadas em questão de manter o bem-estar e principalmente saúde, em firmeza de dar suporte quando se trata de local onde empregados passam mais tempo. Vale ressaltar que a NR 18 (BRASIL, 1995) se dispõe em:

- a) Vestiários disponíveis para empregados;
- b) Rigidez em questão de instalações sanitárias;
- c) Em ponto de acidentes e demais demandas o Ambulatório;
- d) Área de alimentação e lavagem;
- e) Para momentos de descanso a área de lazer para suprir a necessidade.

Como indica Cuti (2017), historicamente, a construção civil, é um dos ramos da indústria apontado como responsável pelos mais elevados índices de acidentes do trabalho, em sua maioria de natureza grave a resultar em lesões incapacitantes ou fatais. Em outras palavras, os autores definem uma relação entre a quantidade de acidentes consequentes a condições em que se encontra o trabalho, levando em conta a definição de um ambiente de trabalho em base de relações em parte de empregados que acaba prejudicando também no ponto de estado psicológico onde se encontram.

2.2.7 Dificuldades específicas na aplicação da Norma

Temos hoje a visão de que continua alto o número em questão de acidentes de trabalho por empregados, mesmo tendo a consciência na existência da NR-18. Em visão de Junior (2013), no ponto de funcionalidade da norma referentes as empresas, é natural de gerenciamento e de cultura de trabalhadores, sendo uma dificuldade alta em aplicar, sem somar também a rigidez das exigências que podemos encontrar na norma.

No ponto de vista de Rocha (1999) em prol de falta de verba financeira para um investimento diretamente em fiscalização, é proporcional a dificuldade em aplicar rigorosamente e ser cobrado a funcionalidade obrigatória da NR-18. Em visão geral, empregado e empregadores resistentes na questão de falta de atenção, preocupação com o problema, conhecimento na situação e conscientização em colocar em prática a norma.

É fundamental dizer que a segurança de trabalho é um dos pontos mais importantes quando se trata de empreendimento. Um dos problemas maiores que acaba afetando a segurança de trabalho para as empresas é o pensamento de lucro, empresas com potencial em investir, optam em não ter consciência da necessidade da empresa por achar o custo elevado da aplicação das normas de segurança em obras de pequeno porte e sacrificando o essencial.

Como indica Leal (2014), os benefícios no dia-a-dia dos empregados, junto a prevenção de acidentes e saúde, só vêm à tona com a aplicação rígida da NR-18. Porém, quando se trata em dominar ligações das normas regulamentadoras e as leis, os responsáveis totalmente legais em atividade em obra e gestores, acabam deixando a desejar, mostrando não dominar a questão, necessitando de gestão específica que terá dedicação e constância direcionadas ao bem estar da saúde dos trabalhadores.

Ao passar dos tempos, a transformação em relação a saúde e a higiene em obras de pequeno porte na construção civil, se torna mais fluente em pontos positivos quando se trata de constância na ação das normas regulamentadoras, mesmo sendo fácil notar o índice alto de falta de profissionais qualificados para lidar com essas brechas na área distinguida. Com a necessidade em função de corrigir e melhorar a funcionalidade das normas, podemos notar sem dificuldade a aplicação de normas regulamentadoras em muitas áreas.

As atualizações da norma sempre são importantes a serem estudadas e ensinadas em treinamento, para uma qualidade melhor no ambiente de trabalho quando se trata de focar nos resultados positivos das normas regulamentadoras. Como explica Marcon (2020) Ao decorrer dos anos, com a constituição da norma, com a evolução e desenvolvimento do setor da construção, itens da norma que tratavam de questões diferentes e parecidas coisas, que ocasionava desentendimento de pontos. Chega novo texto corrigindo o que se tratava em objetivo de dar mais prestatividade as boas práticas.

3. CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi no ponto de análise em questão da dificuldade atual na aplicação da norma regulamentadora 18 em prol da segurança em obras de pequeno porte na construção civil. Em função da visão dos responsáveis gerais que supervisionam e funcionários contratados por suas respectivas empresas, através de um questionário respondidos pelos mesmos, como metodologia para as obras de pequeno porte. Foi analisado os pontos principais da norma referente a obra na questão do treinamento aplicado aos funcionários e responsáveis, a utilização e qualidade dos Equipamentos de Proteção



Individual, a organização e planejamento da gestão, a qualidade e obrigação em questão da área de vivência no canteiro de obras, a consciência e análise dos funcionários nas condições do meio ambiente de trabalho na construção civil, a segurança na obra e nas atividades exigidas e o cumprimento e aplicação das normas em obras de pequeno porte.

A conclusão da observação chegou a uma baixa compreensão em questão de segurança em meio ao canteiro de obras, isso se dá a falta de fiscalização em obras de pequeno porte em empreendimentos que chegam ser a maioria. Foi relatado que em grande parte das obras é fácil de encontrar supervisores e funcionários e em atividade sem uso de equipamentos individuais, sendo essa uma das maiores dificuldades encontradas e sendo prejudicial à saúde e bem-estar da segurança em obra. Em questão de preparação, foi relatado a ausência no início das obras, um treinamento específico aos empregados, sendo uma dificuldade alta, ocasionando despreparo na aplicação da NR-18. Também foi notado que em obras de pequeno porte a ausência de áreas de vivência é enorme, falta de gestão e organização na separação de local a ser feito, sendo um fator importantíssimo para supervisores e construtores reparar, tendo base de economia em investimentos e qualidade em ambiente de trabalho.

A fiscalização é o centro da resolução nos problemas de ausência na utilização de EPI's e áreas de vivência para os trabalhadores, sendo assim os órgãos que têm essa responsabilidade e os investidores em prol dos funcionários tem esse objetivo a se tratar em questão de melhoria e aperfeiçoamento nessa área de serviço para ocasionar uma baixa em acidentes e uma maior percepção em condições de trabalho.

Em destaque em meio a obras de construção civil, as atividades com maior teor de acidentes e com o objetivo de terem a maior fiscalização em obras de pequeno porte é o trabalho em altura e com eletricidade. Sendo as duas com maior índice de riscos. Podendo ser resolvida com treinamentos específicos e adequados e a exigência e fiscalização da utilização de equipamentos de proteção.

Após os relatos finais da pesquisa e análise, os índices e taxas em questão de acidentes de trabalho chegaram a ser baixas. Apesar de ser positivo essa questão, é obrigação não deixar de lado a enorme necessidade em fiscalizar e revisar demore as regulamentações em destaque da obra. Apesar de existir várias soluções para o problema da aplicação da NR-18 em função da melhoria da prevenção de acidentes, com objetivo de agregar qualidade em segurança e saúde aos empregados, não podemos esfriar no ponto de evolução quando se trata de uma área bem abrangida e que precisa de absoluta atenção como são as obras de pequeno porte, pois é fácil de encontrar obras com ausência de profissionais na área e principalmente fiscalização, precisando então ser colocado em debate a carência de supervisão em obras menores, com intuito de baixar extremamente o número de acidentes em trabalho no Brasil. E colocar em conscientização a aplicação e o cumprimento da norma regulamentadora, sendo uma questão mínima a ser cumprida e exigida, garantindo a qualidade na proteção, segurança e saúde de supervisores e funcionários em atividade no canteiro de obras. Em prol de um próximo estudo na área de NR-18, sugere-se uma pesquisa profunda de outros itens da norma, com o intuito de aplicar métodos como questionários e checklist na área referente a obras de pequeno porte, para uma evolução maior na construção civil.

Referências

BRASIL. **NR 18: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**, 1995.

BRASIL, **Ministério do Trabalho. Normas Regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho**. Disponível

vel em: <<http://portal.mte.gov.br/portal-mte/>>.

BRASIL, República Federativa. **Dispõe sobre planos de benefícios da Previdência Social e da outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L8213cons.htm> ., 1991

CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e saúde no trabalho: NR's 1 a 36 comentadas e descomplicadas.** Método, 2015.

CUTI, Auriele Fogaça e RECCHI, Andressa Fontoura e BULIGON, Sandra Medianeira. **ÁREAS DE VIVÊNCIA EM CANTEIROS DE OBRAS: ADEQUAÇÃO À NR 18 X PERCEPÇÃO DOS TRABALHADORES EM OBRAS DE DIFERENTES PORTES.** *Disciplinarum Scientia*, v. 18, n. 1, p. 207–225, 2017.

ENIT. NR 18 - **CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.** Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-18-atualizada2020.pdf>. 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e estatística.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>

JUNIOR, Rubens Sant'anna. **Aplicação da NR-18 em canteiros de obras: percepções e Estudo de campo.** 2013. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013. Disponível em:

<[http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/3958/1/tese_6528_Rubens Sant%27anna Junior.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/3958/1/tese_6528_Rubens%20Sant%27anna%20Junior.pdf)>

LEAL, Rosana. **Áreas de vivência nos canteiros de obras em empreendimentos habitacionais: Segurança a serviço da produtividade.** Disponível em: <<http://rosanalealconsultoria.com/noticias/areas-de-vivencia-nos-canteiros-de-obras-emempreendimentos-habitacionais-seguranca-a-servico-da-productividade.html>>. 2019.

MARCON, Ricardo. **Conheça as principais alterações da nova Norma Regulamentadora 18.** Disponível em: <<https://cbic.org.br/conheca-as-principais-alteracoes-da-nova-norma-regulamentadora-18/>>. . 2020.

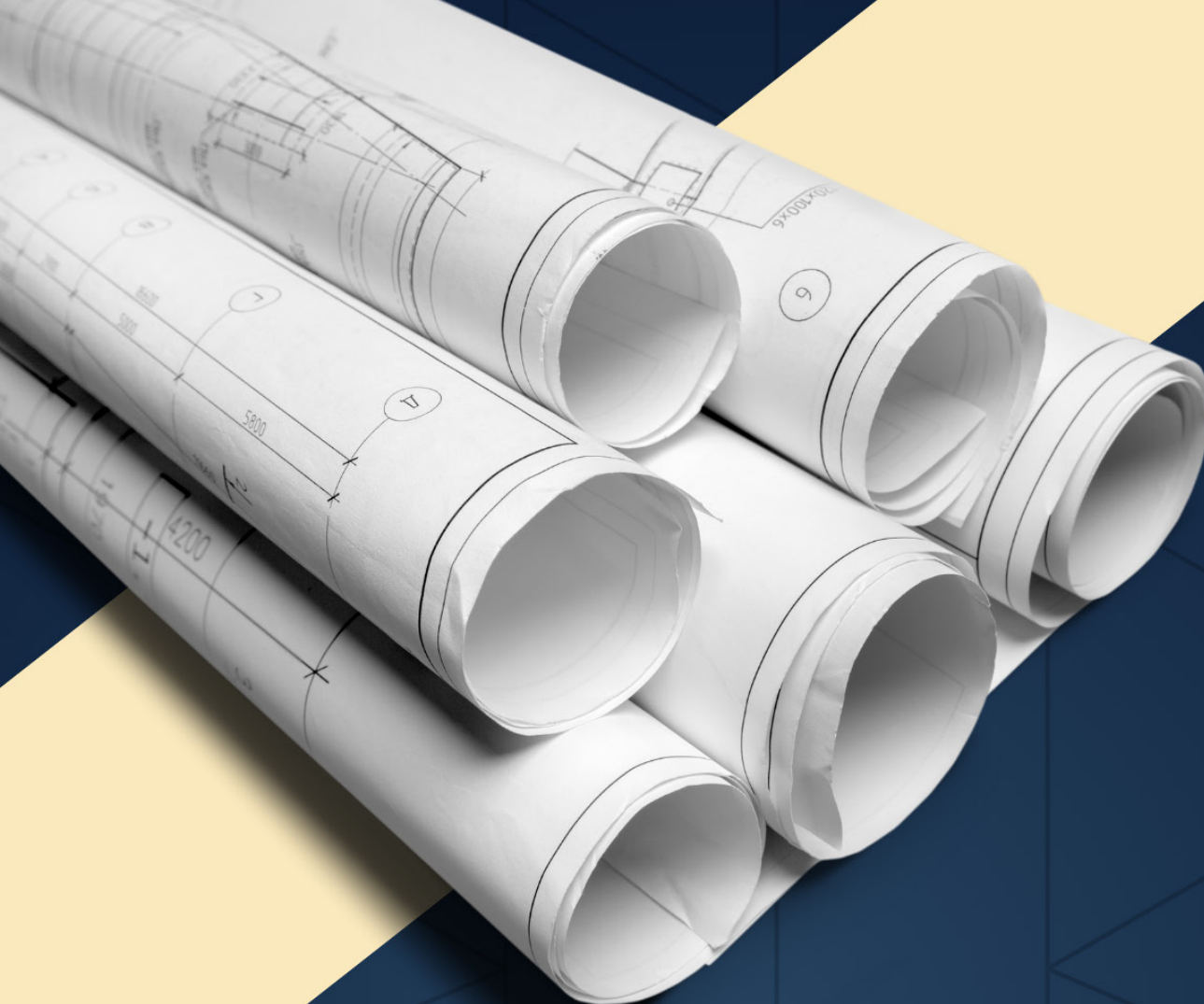
NR 18. **Condições e meio ambiente de trabalho na construção civil** de 29 de Setembro de 2015. , 2020, p. 62.

ROCHA, Carlos Alberto Gurjão Sampaio de Calvacante. **Diagnóstico do cumprimento da NR-18 no subsector edificações da construção civil e sugestões para melhorias.** 1999. 158 f. UFRS, 1999.

SANTANA, Vilma S. e OLIVEIRA, Roberval P. **Saúde e trabalho na construção civil em uma área urbana do Brasil.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 20, n. 3, p. 797–811, Jun 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000300017&lng=pt&lng=pt>. 2020.

SECRETARIA DA PREVIDÊNCIA, Ministério da Fazenda. **Anuário Estatístico da Previdência Social.** Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2018/08/aeps2016.pdf>>. 2020

TROTTA, Cesar e GRILLO, Karin e SERRA, Sheyla. **Análise das áreas de vivência em canteiros de obras.** [S.l.: s.n.], 2012.



5

UMIDADE E INFILTRAÇÕES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

HUMIDITY AND LEAKAGES IN CONCRETE STRUCTURES

Ruan Silva de Asevedo
Lucas Gabriel Silva Moraes

Resumo

Infiltração e umidade são patologias decorrente da água muito comum na área da construção civil, os problemas que surgem com ela podem ser catastróficos, sendo assim prevenir essas patologias ou saber a melhor forma de agir ou se deparar com ela é extremamente necessário. O trabalho foi desenvolvido tendo como problema de estudo: o quanto pode ser prejudicial e perigoso para uma construção civil patologias como umidade e infiltrações? E como objetivo geral: demonstrar os problemas que a umidade e as infiltrações causam em estruturas de concreto e o que pode ser feito para contornar essas patologias. O trabalho realizado será uma revisão de literatura, onde serão pesquisados artigos científicos selecionados através de busca no site de banco de dados google acadêmico. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 8 anos, as palavras-chave utilizadas na busca foram: “estruturas de concreto”, “umidade e infiltrações” e “construção civil”, foram escolhidos estudos nacionais publicados na língua portuguesa que estavam alinhados com a proposta desta pesquisa. Foram descartadas as bibliografias que não se adequarão os critérios da revisão de literatura, as escolhidas foram analisadas cuidadosamente como intuito de observar os pontos que poderiam contribuir para o estudo, diante dos dados apresentados no presente trabalho bibliográfica, esperasse que os elementos presentes no estudo tenham relevância, e que possam ser utilizados como material de estudo por estudantes do ramo das construções arquitetônicas, construtores entre outros da área da construção civil.

Palavras-chave: Construção Civil; Patologias; Recuperação da Estrutura.

Abstract

Infiltration and humidity are pathologies resulting from water that are very common in the construction industry. The problems caused by it can be catastrophic, so preventing these pathologies or knowing the best way to act or deal with it is extremely necessary. The work was developed with the study problem being: how harmful and dangerous can pathologies such as humidity and infiltrations be for a construction site? And as a general objective: to demonstrate the problems that humidity and infiltrations cause in concrete structures and what can be done to overcome these pathologies. The work carried out will be a literature review, where selected scientific articles will be researched through a search on the Google Scholar database website. The period of the articles researched will be the works published in the last 8 years, the keywords used in the search were: “concrete structures”, “humidity and infiltrations” and “civil construction”, national studies published in the Portuguese language were chosen and were aligned with the proposal of this research. Bibliographies that did not fit the criteria of the literature review were discarded, those chosen were carefully analyzed in order to observe the points that could contribute to the study, given the data presented in the present bibliographical work, it was expected that the elements present in the study had relevance, and that can be used as study material by students in the field of architectural constructions, builders, among others in the field of civil construction.

Keywords: Construction; Pathologies; Structure Recovery.



1. INTRODUÇÃO

Ao passar dos séculos as construções arquitetônicas passaram por várias mudanças e evoluções tecnológicas sempre buscando se aperfeiçoar, tendo como objetivo ter mais segurança, a diminuição dos custos e torna cada etapa da obra mais prática, atualmente as estruturas de concreto estão presentes nas mais diversas áreas e etapas da construção civil por proporcionar flexibilidade e uma grande resistência dando um leque de possibilidades na obra.

Lajes, vigas e pilares entre outros são exemplos de estruturas que são feitas com concreto, possuindo na sua composição água, areia e cimento entre outros agregados essa mistura apesar de simples oferece um material com grande resistência, indiscutivelmente o concreto faz parte de várias etapas de uma construção, o grande número de benefícios e vantagem é o que o faz ser tão utilizado em uma obra.

Algumas residências e edificações atualmente apresentam problemas com a umidade e infiltrações, essas patologias decorrentes da água surgem nas estruturas de uma construção civil trazendo muitos transtornos, com isso em vista é importante abordar o tema escolhido porque com o entendimento dele podemos compreender melhor as adversidades que as estruturas de concreto podem vir a apresentar.

As grandes quantidades de casos de patologias que ocorrem nas construções arquitetônicas é um grande problema, estudos direcionados a essas adversidades é um grande diferencial tendo em vista que com eles poderá se obter um conhecimento maior, assim ter a possibilidade de resolver essas questões da melhor forma.

Uma edificação para ser concluída requer tempo e traz muitos custos, adversidades que surgem durante esse processo ou após sua finalização podem ser catastróficas, apresentar formas de como identificar as causas das patologias, como reverter elas e recuperar essas estruturas é essencial para que haja a possibilidade de preservar a construção dando a ela uma maior vida útil.

O trabalho foi desenvolvido buscando trazer um maior conhecimento sobre patologias nas estruturas de concreto decorrentes da umidade e infiltrações, a pesquisa foi desenvolvida tendo foco no seguinte problema: O quanto pode ser prejudicial e perigoso para uma construção civil patologias como umidade e infiltrações? Sendo o objetivo geral, demonstrar os problemas que a umidade e as infiltrações causam em estruturas de concreto e o que pode ser feito para contornar essas patologias. Sendo os objetivos específicos: apresentar as estruturas de concreto e tudo o que a acompanha, apontar os problemas e contratempos que a umidade e as infiltrações trazem a uma construção, evidenciar como reverter essas patologias e o que fazer para recuperar essas estruturas.

Existe a possibilidade dessas estruturas apresentarem problemas, isso pode ocorrer quando não for feito o devido procedimento para prevenção dessas adversidades, essas patologias podem ser muito graves e comprometer toda a construção, nesse projeto será apresentado especificamente a umidade e infiltrações nas estruturas de concreto e seus percalços.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O trabalho a ser realizado será uma revisão de literatura, onde serão pesquisados artigos científicos selecionados através de busca no site de banco de dados google acadêmico. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 8 anos.

As palavras-chave utilizadas na busca serão: “estruturas de concreto”, “umidade e infiltrações” e “construção civil”.

Foram escolhidos estudos nacionais publicados na língua portuguesa que estavam alinhados com a proposta desta pesquisa. Foram descartadas as bibliografias que não se adequarão os critérios da revisão de literatura, as escolhidas foram analisadas cuidadosamente como intuito de observar os pontos que poderiam contribuir para o estudo.

2.2 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos através do trabalho bibliográfico demonstram como são ocasionadas as umidades e infiltrações em estruturas de concreto, sendo enfermidades decorrentes da água que fica acumulada nessas estruturas que não receberam o devido cuidado na prevenção de possíveis patologias, a falta da devida manutenção e perícia técnica traz com sig o a possibilidade do surgimento de muitos problemas estruturais, a presença da água em estruturas de concreto está diretamente ligada a presença de umidade e infiltrações nesses locais, isso porque a presença do líquido é o motivo causador dos problemas, sendo eles o resultado da ação da água no concreto podendo afetar de forma grave essas construções, a impermeabilização das estruturas e um sistema de coleta de chuva são exemplos do que pode ser feito para antecipar e prevenir possíveis problemas. Sendo assim é vital fazer um estudo no local para entender os motivos e as causas que levaram a esse problema, e assim planejar a melhor forma de reverter essa patologia. Por tanto o presente trabalho tem a finalidade de ampliar o conhecimento de patologias decorrentes da umidade e infiltrações apresentando formas e ações que devem ser tomadas para prevenir, reverter e recuperar essas patologias presentes nas estruturas de concreto.

De acordo com Bauermann (2018), “a umidade nas edificações é considerada um dos problemas mais corriqueiros das construções. O estudo da ocorrência destas manifestações não é recente, no entanto, ainda depois anos de estudo, é fácil encontrar edificações com mofos, bolores, eflorescências, descolamento de alvenarias e cerâmicas, entre outros”. Nos dias atuais o problema de umidade residências e edificações ainda é um problema muito comum, isso por que ainda não é tratado da melhor forma, ou seja, não é feito um trabalho correto de prevenção e recuperação dessas essas patologias.

Após um período de chuva, um problema recorrente em uma construção civil é a aparição de paredes deterioradas, infiltrações, problemas estruturais e surgimento de mofos com fungos e bactérias. Problemas estes que podem ser facilmente evitados com vários métodos de prevenção e cuidado como a impermeabilização de maneira correta e manutenção adequada pós-obra (MARQUES, 2021).

Na área da construção civil a água é uma das maiores vilãs, a sua infiltração pode acontecer por diversas naturezas e em qualquer tipo de construção. É uma das manifestações mais preocupantes devido a possível ocorrência de fenômenos imprevisíveis, trazem muitos transtornos e são difíceis de prevenir, além de exigir manutenções frequentes (BI-ÂNGULO; MOURA, 2021).





Figura 1. Bolhas na pintura e manchas pretas e acinzentadas na superfície do Teto e paredes.

Fonte: Impertan (2023)

O teto e as paredes da imagem apresentam bolhas e manchas pretas e cinzas que são o resultado de uma infiltração, é possível observar que efeitos dessa patologia são muito sérios, podendo comprometer a parede e o teto de forma estrutural e causando incomodo visual.

Entretanto, não é incomum vislumbrar manifestações patológicas em tais ambientes. Fissuras, trincas, eflorescências, destacamento de revestimento e infiltrações são sintomas observados pelos usuários que ali transitam, os quais se destacam aos olhos dos leigos e dos especialistas, comprometendo não apenas a estética do ambiente – o que causa desconforto visual e insegurança, como também a segurança da estrutura (SANTOS; CRUZ; ROSÁRIO, 2019).

De acordo com Santos (2022), “os locais mais favoráveis à condensação são os banheiros, cozinhas, áreas de serviço, saunas, devido à formação de vapores dos equipamentos utilizados. Ocorre também em locais em que a ventilação é precária”. Logo por serem áreas com uma grande presença e circulação de água fatalmente tem grandes possibilidades de apresentarem essas adversidades.

Além de trazer riscos à segurança da estrutura da construção e as pessoas que ali transitam, essas patologias trazem também uma poluição visual deixando o ambiente com uma aparência desagradável.

De acordo com SANTANA (2022), “Por ter diversas origens e vários meios de entrada na construção, a umidade se torna fator que necessita de maior atenção. Por isso, conhecer as portas de entrada, nos coloca um passo à frente”. Dando a possibilidade de agir de forma direta e objetiva na resolução do problema.

Sabendo que a umidade é um problema bastante recorrente e que pode causar sérias consequências à estrutura de uma construção, como vazamentos, infiltrações, manchas, eflorescência, proliferação de fungos e bactérias, causando desconforto e comprometendo a salubridade do ambiente. Fica claro a necessidade de aprofundamento em estudos teóricos para solucionar este problema em construção de maneira satisfatória (SANTOS, 2022).



Figura 2. Infiltração e mofo na área exterior do prédio residencial

Fonte: Voz das comunidades (2019)

Pode ser observado que as infiltrações nos apartamentos ocasionaram manchas escuras em uma grande área na parte externa do prédio, e consequentemente outros possíveis problemas também apareceram como paredes com bolhas e descascadas pela humidade, azulejos estufados e o mal cheiro de mofo por conta da umidade.

De acordo com BAUERMANN (2018), “As manifestações patológicas envolvendo edificações tem se tornado um tema importante nas construções atuais. A expectativa do profissional que projeta um ambiente é que possa cumprir a funcionalidade requerida”. Esses casos vêm tendo cada vez mais notoriedade visto que o debate sobre eles é de suma importância para a área da construção civil.

O estudo das manifestações patológicas ocasionadas pela umidade visa compreender o sistema construtivo para evitar problemas futuros na edificação. Dessa forma, possibilita prevenir manifestações patológicas na edificação e reduzir gastos com medidas reparadoras. A patologia estuda o comportamento dos materiais aplicados na construção civil, bem como os sistemas construtivos que podem gerar falhas e defeitos nas edificações. Apesar de existir diversos estudos sobre a umidade e progressos tecnológicos de produtos que ajudam a evitar problemas futuros na construção de um edifício, pode se afirmar que não há a preocupação em realizar a impermeabilização da maneira correta, já que provavelmente a alvenaria recebe revestimento e a curto prazo não aparecem complicações, além de ser comum conter edificações irregulares sem projetos de dimensionamentos (MARQUES, 2021).

Segundo a NBR 9574.2008, uma das formas de evitar esses problemas, é a execução de impermeabilização de proteção nos locais que exijam estanqueidade. A impermeabilização é uma técnica muito eficaz para impedir a infiltração de água nas estruturas de concreto, preservando assim, seus componentes de fontes agressivas. Cada tipo de estrutura requer uma técnica diferente que se encaixa melhor às solicitações do meio em que está inserida; não obstante, seguindo as recomendações desta, tem-se a garantia de proteção, salubridade, segurança e bem-estar (BAUERMANN, 2018).

De acordo com Ribeiro; Soares; Santos (2017), “os custos de impermeabilização correspondem a cerca de 3% do valor da obra, sendo que a falta de tal poderá futuramente comprometer a qualidade de habitação, gerar graves patologias e gerar também altos

custos de correção”. A execução incorreta da obra, ou seja, a não executar corretamente cada etapa da construção com o objetivo de diminuir os gastos, futuramente pode ser um enorme problema que vai resultar em muitos transtornos e gerar muito mais custos.

A água é uma substância que tem grande facilidade e capacidade de penetração nos materiais utilizados na construção civil, com isso é extremamente necessária técnica que impermeabiliza essas estruturas para impossibilitar que a mesma penetre nas áreas e contribua para o aparecimento de patologias supracitadas que, com o tempo tendem a evoluir danificando cada vez mais as estruturas e também podem atingir outros sistemas da edificação, podendo levá-la à ruína (BAUERMANN, 2018).

A impermeabilização é um processo da construção civil que é utilizado para evitar que a água ou outros líquidos possam penetrar em uma estrutura, há vários tipos de impermeabilizante, alguns delas são: hidrofugantes que repelem a água e podem ser aplicados diretamente na superfície das esturras, manta asfáltica é composta por asfalto modificado com polímeros resultando em um excelente impermeabilizante muito utilizado em lajes onde há circulação de pessoas, argamassa polimérica é um bicomponente que tem em sua composição aditivos e agregados que formam um revestimento impermeável, hidrorrepelente que age como um repelente da água é aplicado em superfícies como tijolos, concreto, cerâmicas e telha cerâmica e a emulsão asfáltica que é um impermeabilizante que pode ser aplicada a frio como pintura em demãos.



Figura 3. Impermeabilização da laje

Fonte: Dicas de arquitetura (2021)

A impermeabilização das lajes é fundamental tendo em vista que isso vai impedir as infiltrações e os vazamentos logo que as lajes das coberturas são áreas que ficam em exposição diretas a variação do clima como a chuva, com o passar do tempo isso pode apresentar problemas para a construção.

Entender sobre os efeitos da infiltração ou defeitos da impermeabilização, ter o entendimento, o conhecimento sobre eles é a base para a seleção do sistema empregado e assim elaboração do projeto básico e executivo das edificações com o fim de garantir a eficiência dos serviços e desempenho correto dos materiais a que se destinam (MAGALHÃES

et al., 2019).

Compreender as causas e motivos que resultam no aparecimento dessas manifestações é a chave para adoção de medidas pré-projeto com o intuito de evitá-las antes que aconteçam. Quando já visualizadas na edificação, é necessário realizar a correção de forma rápida, efetiva e definitiva e que seja economicamente viável (BAUERMANN, 2018).

3. CONCLUSÃO

No presente trabalho foi apresentado o tema infiltrações e umidade em estruturas de concreto, logo ficou evidente que é necessário ter muita atenção com essa patologia, por tanto foi apontando as ações que devem ser tomadas para prevenir, tratar e recuperar essas estruturas.

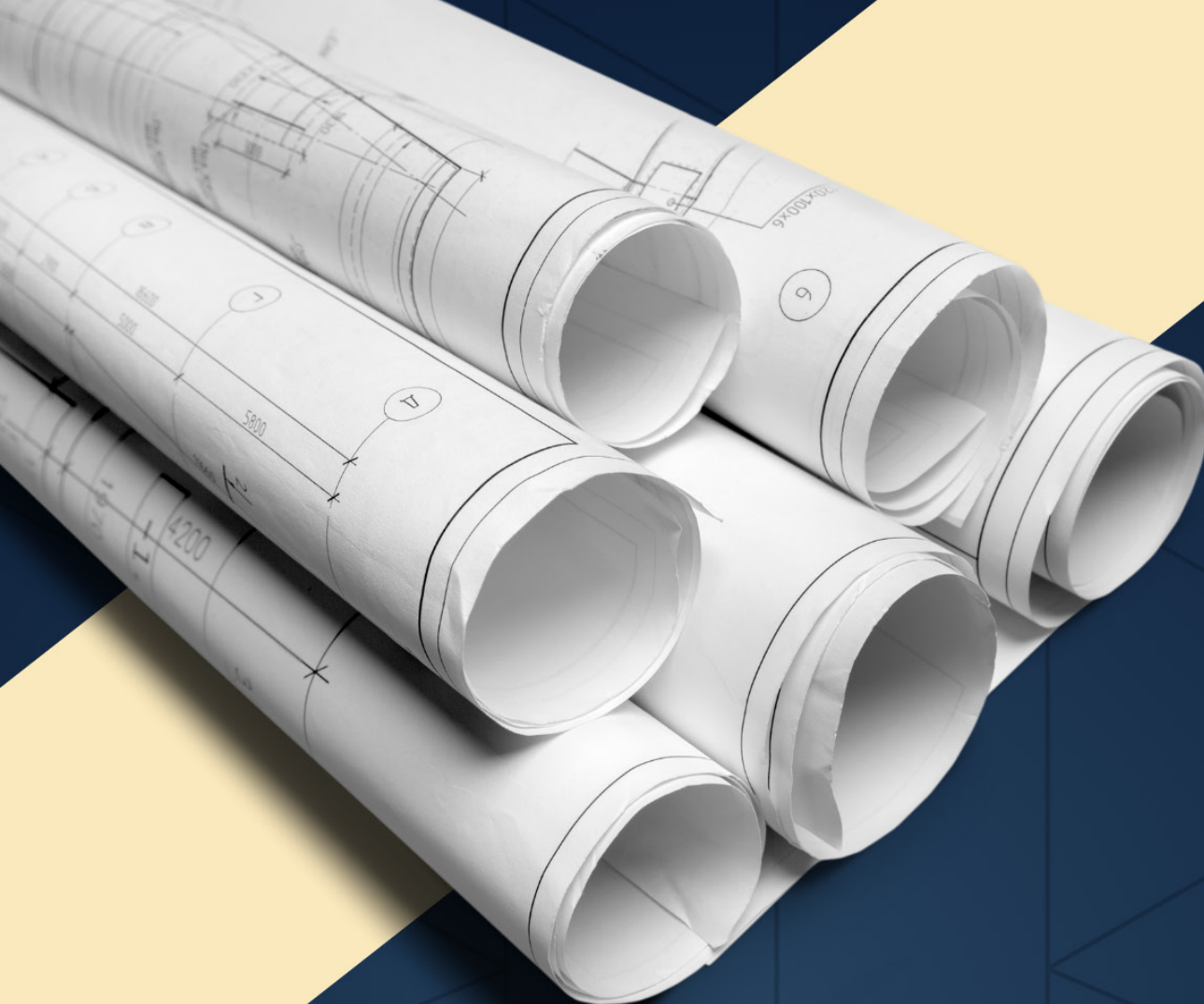
Foi apresentado os problemas que surgem dessas patologias, como isso afeta as pessoas que vivem nesse local e o risco a segurança delas, em muitos dos casos a não impermeabilização é uma escolha dos responsáveis da obra tendo em vista que essa ação vai diminuir os custos da construção, mas essa ação pode ter o efeito contrário sendo que muito possivelmente no futuro essa escolha vai trazer muito mais custos e transtornos, então fazer a impermeabilização com o impermeabilizante mas adequado para a determinada obra é o melhor caminho para se obter uma construção segura e que não apresente problemas e transtornos as pessoas.

Diante dos dados apresentados no presente trabalho bibliográfica, esperasse que os elementos presentes no estudo tenham relevância, e que possam ser utilizados como material de estudo por estudantes da área das construções arquitetônicas, construtores entre outros do ramo da construção civil.

Referências

- BAUERMANN, Cristiano Vieira. **Patologias provocadas por umidade em edificações**. 2018. 50. Bacharel em Engenharia Civil, Uniderp, Anápolis - GO, 2018.
- BIÂNGULO, Matheus dos Santos; MOURA, Pedro Antônio Sena. **Levantamento de patologias ocorridas devido a umidade na engenharia civil**. 2021. 50. Trabalho de Conclusão de Curso Submetido ao Curso de Engenharia Civil, FACEG, Goianésia - GO, 2021.
- MAGALHÃES et al. **Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA**. 2019. 18. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém - PA, 2019.
- MARQUES, Natany Silvério. **Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações em rio verde - Goiás**. 2021. 35. Trabalho de Curso Apresentado Como Requisito Parcial Para a Obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - GO, 2021.
- RIBEIRO, Daniel José; SOARES, Wanderson César; SANTOS, Silvio Xavier. **Patologias causadas pela umidade - estudo de caso em uma edificação residencial no município de Nova União /MG**. 2017. 21. Estudo de Caso, Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Belo Horizonte - MG, 2017.
- SANTOS, Marcelo. **Patologias na construção relacionadas à umidade**. 2022. 38. Trabalho de Conclusão de curso Apresentado Como Requisito Para a Obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, Centro Universitário-UNIRB Alagoinhas, Alagoinhas-BA, 2022.
- SANTOS, Iris Sterfanie; CRUZ, Lana Laís P.; ROSÁRIO, Leonardo Medina. **Investigação patológica em terminal de integração com estrutura de concreto armado – estudo de caso**. 2019. 12. Estudo de Caso, Revista de Engenharia e Tecnologia, 2019.





6

**PATOLOGIAS DE CONSTRUÇÕES:
PROBLEMAS OCASIONADOS PELA
FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA
EDIFICAÇÃO**

**CONSTRUCTION PATHOLOGIES: PROBLEMS CAUSED BY
THE LACK OF WATERPROOFING IN THE BUILDING**

**Werbeth Furtado Diniz
Mirian Nunes de Carvalho Nunes**

Resumo

A construção civil desempenha um papel vital na sociedade, mas a falta de impermeabilização pode levar a patologias que comprometem a estética, segurança e durabilidade das edificações. Este artigo analisa as consequências da ausência de impermeabilização, abordando deterioração de materiais, infiltrações e crescimento de fungos. Também destaca a importância de práticas corretas de impermeabilização e apresenta estudos de caso. A pesquisa baseou-se em métodos bibliográficos, utilizando fontes relevantes dos últimos 20 anos. A análise revelou que a ausência de impermeabilização resultou em deterioração acelerada de materiais, incluindo corrosão de elementos metálicos e desagregação de argamassas e concretos. A umidade foi identificada como causa primária de patologias, sendo originada por vários fatores. A aplicação adequada de sistemas de impermeabilização é crucial para prevenir danos e garantir a durabilidade das construções. Investir em impermeabilização é economicamente vantajoso em comparação com custos de reparos patológicos. Em conclusão, a impermeabilização é essencial para preservar a integridade das construções, e sua conscientização e implementação devem ser priorizadas no setor da construção civil.

Palavras-chaves: Impermeabilização; Construção civil; Patologias de construções; Infiltrações; Fungos e mofos

Abstract

The construction industry plays a vital role in society, but the lack of waterproofing can lead to pathologies that compromise the aesthetics, safety, and durability of buildings. This article examines the consequences of the absence of waterproofing, addressing material deterioration, infiltrations, and fungal growth. It also emphasizes the importance of proper waterproofing practices and presents case studies. The research was based on bibliographic methods, using relevant sources from the past 20 years. The analysis revealed that the absence of waterproofing resulted in accelerated material deterioration, including corrosion of metallic elements and disintegration of mortars and concretes. Moisture was identified as the primary cause of pathologies, originating from various factors. The proper application of waterproofing systems is crucial to prevent damage and ensure the durability of constructions. Investing in waterproofing is economically advantageous compared to the costs of pathological repairs. In conclusion, waterproofing is essential for preserving the integrity of constructions, and its awareness and implementation should be prioritized in the construction industry.

Keywords: Waterproofing; Construction; Construction pathologies; Infiltrations; Fungi and mold



1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor de extrema importância na sociedade, responsável por erguer as estruturas que abrigam e servem as mais diversas atividades humanas. No entanto, quando não executada de forma adequada, a construção pode apresentar uma série de patologias que comprometem não apenas a estética, mas também a segurança e durabilidade da edificação. Dentre os fatores que contribuem significativamente para o surgimento desses problemas, a falta de impermeabilização se destaca como um dos principais vilões.

A impermeabilização desempenha um papel crucial na preservação das estruturas construídas, uma vez que tem a função de proteger os elementos contra a ação nociva da água e da umidade. No entanto, é comum observar construções onde este elemento é negligenciado ou inadequadamente aplicado, resultando em uma série de consequências adversas. Este artigo se propõe a analisar em detalhes as patologias ocasionadas pela ausência de impermeabilização na edificação, destacando os impactos diretos sobre a integridade e funcionalidade das estruturas.

Ao longo deste texto, serão abordadas as principais patologias decorrentes da falta de impermeabilização, tais como a deterioração dos materiais, infiltrações, surgimento de fungos e mofo, entre outras. Cada uma delas será discutida em termos de causas, efeitos e possíveis soluções, visando oferecer um panorama abrangente sobre os desafios enfrentados quando a impermeabilização não é devidamente considerada durante o processo construtivo.

Ademais, será apresentada uma análise das melhores práticas e técnicas disponíveis para a correta aplicação de sistemas de impermeabilização, ressaltando a importância de se investir nessa etapa fundamental do processo construtivo. Além disso, serão abordados casos de estudo e exemplos concretos que ilustram de maneira tangível os benefícios de uma impermeabilização bem executada.

Em síntese, este artigo busca conscientizar os profissionais do setor da construção civil, bem como os proprietários de edificações, sobre a relevância da impermeabilização como elemento crucial para a preservação e longevidade das construções. Ao compreender os riscos associados à falta de impermeabilização, é possível tomar medidas preventivas e corretivas que contribuam para a sustentabilidade e durabilidade das estruturas, promovendo assim um ambiente construído mais seguro e funcional para as gerações presentes e futuras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada para este trabalho foi a de pesquisa bibliográfica, que tem como objetivo obter informações relevantes sobre o tema em questão. A pesquisa foi realizada por meio da consulta de fontes como livros, monografias, dissertações e artigos científicos, selecionados com base na sua pertinência e atualidade. Foram utilizados trabalhos científicos publicados nos últimos 20 anos como fonte de informação para a pesquisa. Para a busca dos artigos, foram utilizadas palavras-chave como “patologias”, “erros construtivos”, “infiltrações”, “impermeabilização”, “diagnóstico” e “solução”, com o objetivo de abranger amplamente o tema em questão.

2.2 Resultados e Discussão

A análise revelou que a ausência de impermeabilização desencadeou um processo acelerado de deterioração nos materiais de construção. Elementos metálicos, expostos à umidade, apresentaram níveis de corrosão alarmantes. A desagregação progressiva de argamassas e concretos foi observada em áreas com maior contato com a água, como banheiros e cozinhas. Além disso, danos visíveis nos revestimentos externos e internos comprometeram a estética e a integridade das superfícies. Estes resultados demonstram claramente a urgência de implementar medidas robustas de impermeabilização para garantir a durabilidade e segurança dos materiais empregados na construção.

2.2.1 Surgimento de umidade e patologia nas construções

Em primeira análise feita nos arquivos pesquisados, Verçoza, (1991) afirma que a presença de umidade nas edificações está inteiramente ligada à infiltração de fluidos nas estruturas. Este fenômeno não apenas figura como uma das causas primárias de patologias, mas também serve como um catalisador para o surgimento de outras manifestações prejudiciais. A manifestação de umidade pode assumir várias formas, tendo sua origem associada a diversos fatores, tais como a presença de umidade durante a fase construtiva, capilaridade, influência das chuvas, bem como resultante de vazamentos em tubulações hidrossanitárias e condensação (VERÇOZA, 1991).

Segundo Suplicy (2012), os problemas causados pela água e a umidade são inúmeros, diminuindo a resistência dos materiais empregados, transportando sais que se cristalizam após perderem a água, deixa o ambiente adequado para o surgimento de fungos e mofos que favorecem a degradação do material, a umidade tem efeito negativo sobre madeiras apodrecendo-as e oxidando peças metálicas (SUPLICY, 2012).

De acordo com as informações de Souza (2008), é mencionado que a umidade gerada durante a etapa de execução da construção é uma condição comum e necessária para promover a coesão adequada nos processos de confecção das argamassas, compactação do solo e outros materiais de construção. O autor ressalta que essa umidade tende a evaporar naturalmente em um prazo médio de até seis meses, o que a torna um fator de pouca preocupação e, portanto, não requer atenção especial nos projetos e construções. (2008 apud BAUERMANN, 2018, p.18). Na figura 1, é possível visualizar diversas situações em que manifestações patológicas podem surgir devido à presença de umidade.

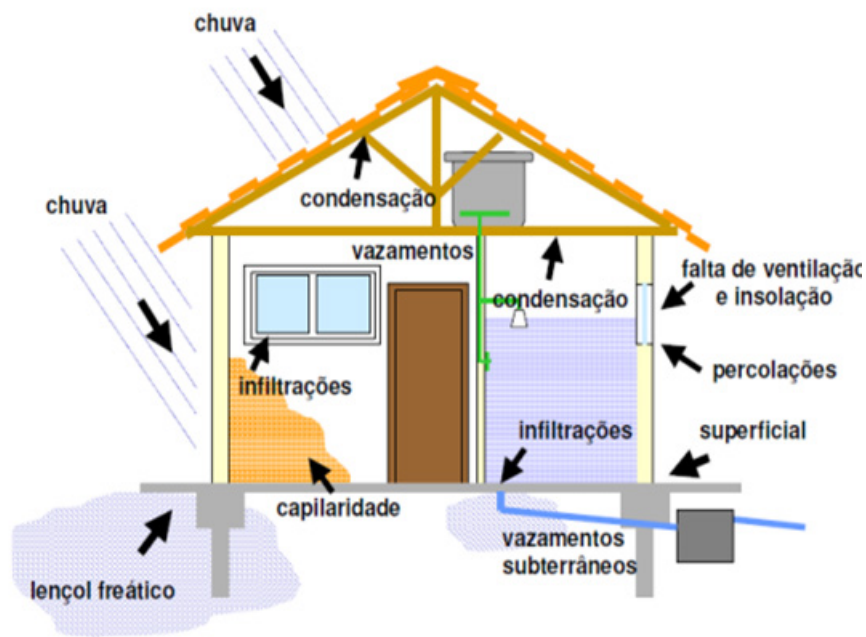


Figura 1. Causas que Favorecem o Aparecimento de Umidade em Construções.

Fonte: Ferraz (2016)

De acordo com Bauermann (2018), as patologias na construção civil podem ser entendidas como o mal funcionamento dos elementos construtivos. Marques (2021) afirma que as goteiras representadas na figura 2, são causadas por falhas na impermeabilização de determinados materiais tornando-os permeáveis em relação a água.



Figura 2. Goteiras

Fonte: Adaptado de Laje (2012)

Marques (2021), completa que na construção civil os problemas relacionados à umidade nas edificações podem causar manifestações patológicas tais como: goteiras, manchas, mofo e bolor, apodrecimento e ferrugem.

Os mofos e bolores, ilustrados na figura 03, são organismos que precisam de água e ar para se multiplicarem. A presença de umidade torna-se um componente crucial para o desenvolvimento desses microrganismos. De maneira geral, a umidade está correlacionada a fatores como: construção, precipitação, condensação e capilaridade. (MARQUES,2021;

FONSECA e ROCHA, 2021).



Figura 3. Mofo ou bolor

Fonte: Adaptado de Marques (2021)

A umidade é um fator que está ligado diretamente à corrosão, nas estruturas de concreto armado esse fator é a oxidação/ferrugem nas armaduras. As armaduras ao sofrerem oxidação expandem seu volume, causando deterioração dos cobrimentos, causando problemas estruturais (SOUZA, 2008). Essas manifestações podem afetar várias áreas da edificação, muitas vezes de forma concomitante. No Quadro 1, é possível analisar as origens e os locais onde as manifestações patológicas relacionadas à umidade podem se manifestar.

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Quadro 1. Tipos de evidência de umidade em edificações e as áreas susceptíveis a impactos.

Fonte: Santana (2022)

A umidade vinculada à etapa de execução da obra é fundamental para garantir a coesão necessária das argamassas, bem como a adequada compactação do solo e de outros materiais de construção. Esta forma de umidade reside no interior dos poros do material e naturalmente se dissipa em um intervalo de tempo determinado, aproximadamente seis meses. (KLEIN, 1999; SOUZA, 2008).

2.2.2 Uso da impermeabilização na Prevenção contra a umidade

Segundo Barroso (2015, p. 9) as principais funções da impermeabilização são: “aumentar a vida útil das estruturas; impedir a corrosão das armaduras de concreto; proteger as superfícies da umidade manchas e fungos; ambientes salubres”. (Barroso, 2015)

Dentro do âmbito da construção civil, conforme destacado por Barros (2020), a impermeabilização representa a aplicação de substâncias em superfícies específicas de uma edificação. Envolve uma série de procedimentos estratégicos com o objetivo de proteger o imóvel, vedando suas estruturas contra os efeitos prejudiciais causados pela água e gases, desempenhando, assim, o papel de envelope de segurança. Por sua vez, segundo Luciano (2019), a impermeabilização se configura como um mecanismo essencial para preservar a durabilidade e o conforto dos moradores, bem como o ambiente circundante, diante dos potenciais problemas decorrentes de condições climáticas adversas, como umidade e vaporização (Barros 2020, Luciano 2019). A figura 4 apresenta um produto impermeabilizante.



Figura 4. Impermeabilizante VEDAPREN

Fonte - Junior e Marco (2019, p. 10).

Na representação, observa-se um impermeabilizante fluido de composição asfáltica elástica, adesiva, maleável e duradoura, cujo preparo ocorre no momento da obra.

Entre as fontes consultadas, incluem-se a Revista de Ciência e Tecnologia – RCT, um artigo do II Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar e o Manual Técnico de Impermeabilização de Estruturas da Vedacit de 2010.

De acordo com a abordagem da Vedacit (2010), que está alinhada com a visão de Magalhães (2019), os sistemas impermeabilizantes são classificados conforme apresentado no quadro 2, a qual sumariza os tipos de sistemas, tanto rígidos quanto flexíveis.

SISTEMAS	FLEXÍVEL	RÍGIDO
APLICAÇÃO	Local SUJEITO a: Movimentação; excessiva exposição solar; Variação de temperatura e tremor.	Local NÃO sujeito a: Movimentação; excessiva exposição solar; Variação de temperatura e tremor.
ESTRUTURA DE APLICAÇÃO	Lavanderias; Terraços; Calhas de concreto; Banheiros; Cozinhas; Caixa d'água erguida.	Piscinas e caixa d'água submersas; Alicerces; Piso adjacente ao solo; Pilares.
TIPOS	Moldado na obra ou Tipo pré-fabricado	–
MATERIAIS	Tipo moldado na obra: – Membrana de asfalto e acrílico; – Argamassa composta de polímeros. Tipo pré-fabricado: – Manta de asfalto	– Argamassa com aditivo impermeabilizante; – Argamassa polimérica; – Concreto impermeável.

Quadro 2. Sistemas de Impermeabilização

Fonte: Primária (2021) baseado em Vedacit (2010).

Ao analisar a tabela, é possível obter uma compreensão mais precisa dos sistemas de impermeabilização rígida e flexível. Ela apresenta de forma clara a classificação correspondente, os subtipos, as superfícies apropriadas para aplicação e os materiais empregados.

De acordo com Silva (2019), em acordo com Galvão e Resende (2019), um dos benefícios notáveis ao utilizar impermeabilizantes está na economia significativa em comparação com os custos de possíveis reparos patológicos e outros elementos da construção.

A Figura 5 oferece uma representação visual dos gastos associados a diversos componentes de uma edificação.

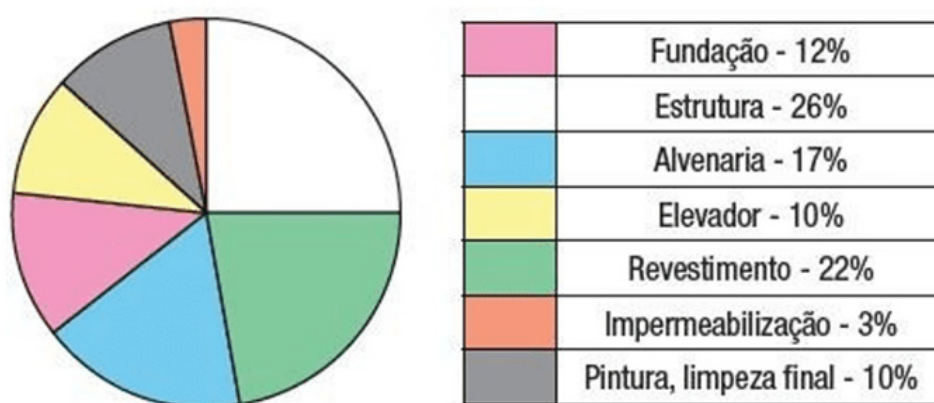


Figura 5. Custos de uma obra

Fonte: Galvão e Resende (2019, p. 5).

Nas condições apresentadas no gráfico, considerando uma construção que totalize um custo global de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais), o investimento destinado à utilização de impermeabilizante será de R\$ 4.500,00 (quatro mil e quinhentos reais). Um montante comparativamente modesto em contraste com o dispêndio destinado ao elevador, que alcança R\$ 15.000,00 (quinze mil reais).

Dessa forma, fica evidente a relevância crucial da aplicação deste elemento. Não apenas por questões de preservação estrutural, mas também por seu impacto direto no bem-estar social como um todo.

3. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, fica evidente a importância crucial da impermeabilização em construções. A ausência desse processo pode resultar em patologias significativas, comprometendo não apenas a estética, mas também a segurança e durabilidade das estruturas. A presença de umidade foi identificada como um fator desencadeante de diversas manifestações prejudiciais, reforçando a importância de considerar a impermeabilização de forma abrangente e preventiva.

Profissionais da construção civil e proprietários de edificações devem reconhecer a impermeabilização como um elemento essencial para a preservação e longevidade das construções. Investir em práticas adequadas de impermeabilização e adotar medidas preventivas para controlar a umidade são passos cruciais para garantir a integridade e segurança das estruturas construídas.

Ao promover a conscientização sobre a relevância da impermeabilização, este estudo contribui para a criação de ambientes construídos mais sustentáveis e duráveis, beneficiando as gerações presentes e futuras. Portanto, é fundamental que o setor da construção civil priorize a implementação de técnicas eficazes de impermeabilização como parte integrante e indispensável do processo construtivo.

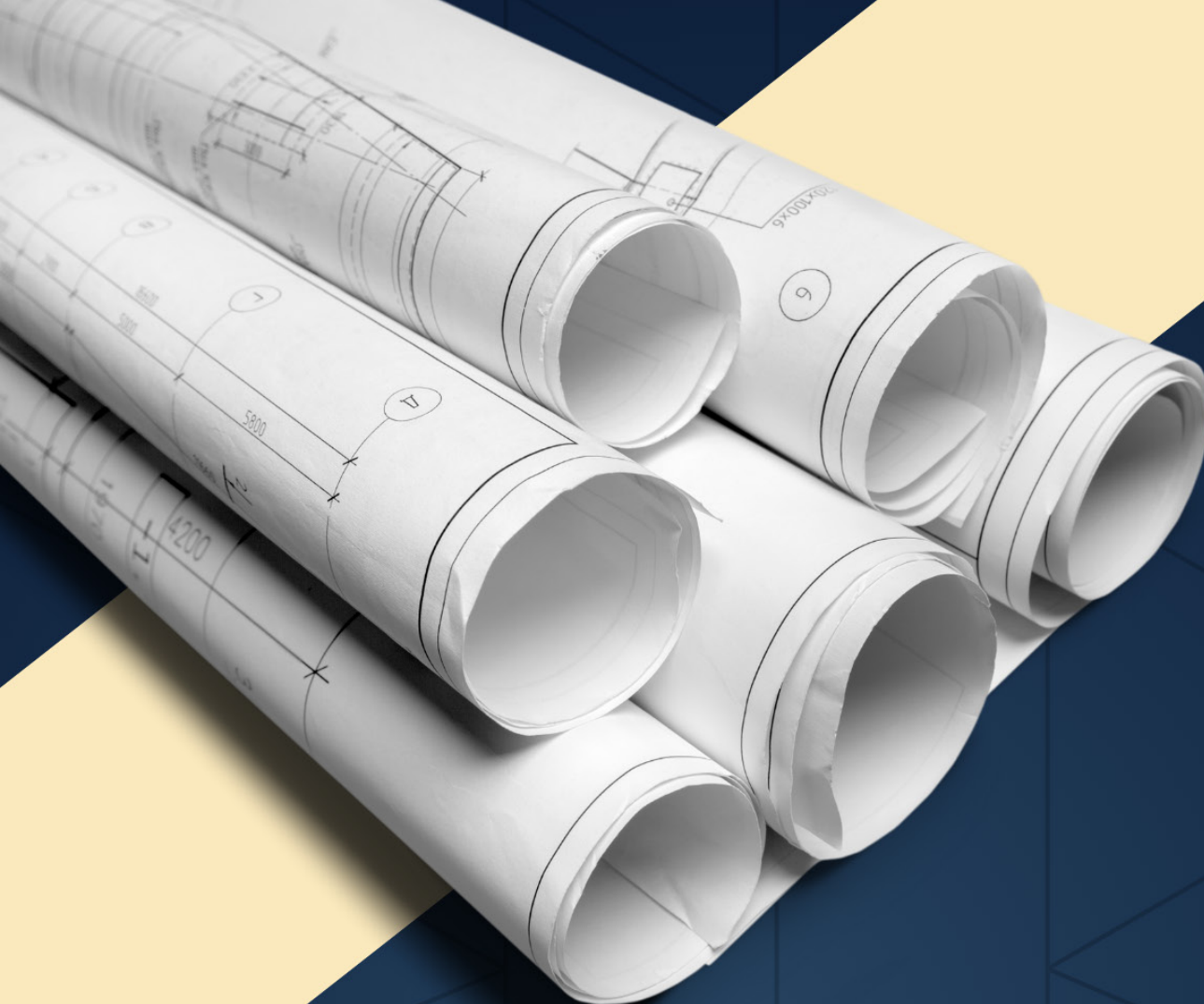
Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: Impermeabilização -Seleção e projeto, Rio de Janeiro, ABNT, 2010.
- GALVÃO, L. M.; RESENDE, C. D. C. **A Importância do Sistema de Impermeabilização na Prevenção de Manifestações Patológicas na Construção Civil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 2., 2019, Mineiros. Anais [...]. Mineiros: Centro Universitário de Mineiros, 2019.
- MARQUES, Natany Silvério. **Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações em rio verde – Goiás**. 2021. 33 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2021.
- SILVA, C. M.; JUNIOR, T. L. S. **Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil: Caracterização, Importância e Métodos de Execução**. Caderno de Graduação – Ciências exatas e tecnológicas, Alagoas, v. 5, n. 2, p. 315-328, maio, 2019.
- SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas Edificações**. 2008. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.
- SUPLICY, George Felix. **Patologias causadas pela umidade nas Edificações**. 2012. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana de Mackenzie, São Paulo, SP, 2012.
- VEDACIT. **Manual técnico: impermeabilização de estruturas**. 6. ed. São Paulo, 2010. disponível em: <ht-

<tps://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii/manual-sobre-impermeabilizacao>>. Acesso em: 16 janeiro 2018.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p





7

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS BIM EM PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL

**APPLICATION OF BIM TECHNOLOGIES IN CIVIL
ENGINEERING PROJECTS**

**Luciano Campos
Mirian Nunes de Carvalho Nunes**

Resumo

A Aplicação de Tecnologias BIM em Projetos de Engenharia possibilita uma série de benefícios, abrangendo todo o sistema de execução de uma edificação. O motivo deste título ser escolhido para a pesquisa é, de forma geral, esclarecer o que a ferramenta é capaz de auxiliar, desde a parte técnica até o operacional de trabalhadores que laboram em uma obra. O detalhamento de projetos na construção civil vem evoluindo cada vez mais no mercado de trabalho, necessitando de softwares melhores que possibilitem mais funções técnicas capazes de entregar uma melhor visualização para todos os envolvidos. Os benefícios quando bem utilizados fornecem inúmeros auxílios para os projetistas, possibilitando assim mais eficiência na produção dos projetos. O objetivo deste trabalho é demonstrar algumas das vantagens da elaboração de projetos em BIM, entendido por muitos, a evolução do Autocad, indicando pontos benéficos que o software pode oferecer de forma técnica e financeiramente para seus usuários. O BIM é uma ferramenta que vislumbra o avanço tecnológico na engenharia civil no formato tridimensional e para seu progresso é indubitavelmente conhecê-lo, contribuindo assim com a evolução da engenharia civil.

Palavras-chave: BIM, projetos, tecnologia.

Abstract

The Application of BIM Technologies in Engineering Projects enables a series of benefits, covering the entire execution system of a building. The reason this title was chosen for the research is, in general, to clarify what the tool is capable of helping, from the technical to the operational part of workers working on a project. The detailing of projects in civil construction is increasingly evolving in the job market, requiring better software that allows more technical functions capable of delivering better visualization for everyone involved. The benefits, when used well, provide numerous aids to designers, thus enabling greater efficiency in the production of projects. The objective of this work is to demonstrate some of the advantages of preparing projects in BIM, understood by many, the evolution of Autocad, indicating beneficial points that the software can offer technically and financially to its users. BIM is a tool that envisions technological advancement in civil engineering in three-dimensional format and for its progress it is undoubtedly necessary to know it, thus contributing to the evolution of civil engineering.

Keywords: BIM, projects, technology.



1. INTRODUÇÃO

A análise que abrange a tecnologia de Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modeling* - Bim na construção civil é de suma importância no âmbito do desenvolvimento de projetos, uma vez que, é na fase de projetar todo o desdobramento de uma construção que devem ser incluídos os detalhes evidentes, participantes do projeto, o artigo a ser desenvolvido, possui como tema “a aplicação de tecnologias Bim em projetos de engenharia civil”.

Na introdução será apresentado o tema da pesquisa, a justificativa, o problema de pesquisa e os objetivos geral e específico, no segundo capítulo, no desenvolvimento, serão abordados o desenvolvimento e os resultados e discursões, no terceiro capítulo, será a dissertação da conclusão e em seguida, as referências utilizadas para elaboração da pesquisa.

A metodologia BIM durante a fase de planejamento de uma edificação, garante uma melhor visualização nos diversos setores da construção civil, desde edifícios comerciais até a infraestrutura de transporte. Sendo assim, a tecnologia Bim é uma interpretação colaborativa a qual permite que todas as partes interessadas dentro do projeto trabalhem em conjunto, compartilhando dados e informações em tempo real, simultaneamente. Além do mais, a tecnologia possui uma série de fatores benéficos oferecidos para a engenharia civil, incluindo, uma melhor gestão de ativos, a redução de custos ao longo da duração de execução do projeto, a capacidade de realizar análises mais abrangentes, a melhoria no compartilhamento de informações, dentre outras vantagens significativas que serão dissertadas ao longo da pesquisa.

O problema de pesquisa se trata: Quais os benefícios que a tecnologia Bim pode oferecer para a engenharia civil? A tecnologia BIM, possui inúmeros benefícios que podem passar despercebidos para usuários de tecnologias de engenharia, que caso fossem aprendidos e seguidos, resultariam numa qualidade maior na produção de projetos, visto que, quando se trata de obras mais complexas, é imprescindível um número maior de detalhes observados no planejamento da construção.

O artigo possui como objetivo geral: explicitar os benefícios do método Bim, e como objetivo específico: apresentar vantagens da tecnologia Bim na área de projetos da engenharia civil. Demonstrando quais vantagens a tecnologia pode oferecer para o engenheiro projetista, a equipe e até para o cliente. O BIM é uma tecnologia revolucionária, e vislumbra não só a qualidade do projeto como também na ascensão tecnológica do país, aperfeiçoando as informações técnicas elaboradas em uma edificação.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa que foi realizada versou sobre Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de buscas nas seguintes bases de dados: Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* - Scielo, Capes. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: metodologia Bim, tecnologia na engenharia civil, projetos com a ferramenta Bim.

2.2 Resultados e Discussão

Uma das características da tecnologia em BIM que mais agrega vantagens é, a facilidade de compatibilidade entre os projetos. Ao serem determinados os padrões e medidas em um projeto e, futuramente, se houver necessidade de alteração em alguma medida, a modificação automaticamente se reflete em todos os projetos relacionados para a mesma finalidade, possibilitando, assim, o projetista de examinar várias opções para decidir e vislumbrar os impactos na edificação projetada, o que reflete num avanço, visto que o software mais utilizado no momento é o AutoCad, possuindo somente o formato bidimensional como visualização. Dessa maneira, Arayici (2011) ressalta-se que:

Mesmo empregando práticas desenvolvidas com procedimentos e definição de padrões optados pelos participantes no projeto, foi possível distinguir algumas incompetências nos sistemas 2D CAD. Tais incompetência acabam gerando pressões para atender os vencimentos, duplicidade de informações, excesso de serviço, retrabalho, trabalhos paralelos, prejuízo de confiabilidade da informação e do planejamento, escassez de um processo de projeto absoluto, lapso de eficiência do projeto, falhas de administração e comunicação (ARAYICI, 2011 *apud* PAPADOPOULOS, 2014, p.15).

À luz dessa perspectiva, proposta por Arayici (2011), pode-se refletir que a metodologia da tecnologia BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção) e a consequente compatibilização de projetos, além de explorar uma tendência no mercado, também se transforma numa necessidade, visto que, quando há compatibilização entre os projetos, gera-se economia em todas as fases de uma construção, desde a elaboração do projeto, planejamento da obra, até na execução do trabalho.

Assim, o BIM está em constante desenvolvimento entre os usuários e em plena evolução no mercado de trabalho. Porém, ainda existem muitas questões que ainda não foram definidas, entretanto, há motivos reais para adotá-lo, mas que diversos fatores precisam ser superados e certas iniciativas precisam ser tomadas para que se possa usar a tecnologia de forma adequada (MOREIRA, 2015).

A metodologia BIM permite uma ampla visibilidade e transparência entre os projetos, possibilitando um maior entendimento para os projetistas entre eles. De acordo com Scheer (2015) “o método de concepção de projeto tridimensional é mais integral e possibilita menores erros de projeto”. A tecnologia de modelagem em BIM deve ser conceituada como uma nova referência de desenvolvimento de projetos para empreendimentos de construção civil, abrangendo todas as fases do seu ciclo de vida, desde os momentos iniciais de projetos, de definição e concepção, passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação, construção até o uso com a manutenção e mesmo as reformas ou demolição (SCHEER, 2015).

Nesse conseqüente, compreende-se que a metodologia Bim, além de trazer uma inovação para o mercado de trabalho, também moderniza todo um conjunto de fatores que envolvem toda a concepção do projeto, do início até o processo de execução. Preexistente da tecnologia BIM, o software mais utilizado é o Autocad, de acordo com Costa (2015) “O CAD é um sistema computacional utilizado nas áreas de engenharia e arquitetura que revolucionou o mercado de projetos nos últimos anos, ao transportar para o computador o desenvolvimento de desenhos técnicos. O BIM, por sua vez, abrange uma tecnologia integrada que engloba, além da fase de projetos, também o processo construtivo como um todo” (COSTA, 2015).



Compreende-se que, uma grande oportunidade que a tecnologia BIM oferece é em relação a escassez da incompatibilização entre os projetos e projetistas, pois surge um maior aproveitamento de informações entre os projetos. Pois, caso contrário, as incompatibilidades terminam gerando atrasos, perda de trabalho e prejuízo de gastos além do planejado. Colaborar é contribuir com as melhores soluções para um objetivo compartilhado, obtendo-se o melhor de cada um dos profissionais envolvidos em um projeto (SCHEER, 2015).

Com a interligação fornecida pelo método Bim, a comunicação entre os participantes do projeto se torna mais fácil de compreensão, tanto em relação à amplificação de conhecimento como na interpretação de seus afazeres e objetivos do empreendimento planejado. De acordo com Autodesk, “a tecnologia Bim é um processo inteligente de modelagem 3D que oferece ferramentas e conhecimentos aos profissionais AEC para planejar, projetar, construir e gerenciar edificações e infraestruturas de forma mais eficiente” (AUTODESK, 2018).

Os projetos na área da engenharia civil, na atualidade, necessitam de ter uma complexidade maior, com isso, o método habitual de processo de projeto, o bidimensional, baseado na origem em 2D, começou a apresentar fraquezas em sua eficiência em resolver exigências de projetos mais complexos. Dessa forma, Rafael Sacks, em entrevista à revista *Téchne* (2011b), afirma que “o BIM pode auxiliar os sistemas de apoio a melhorar a gestão da produção”, colaborando, assim, com a melhoria até mesmo no gerenciamento de produção com toda a execução da obra.

Outro benefício importante de ser observado é o crescimento da eficiência na mão de obra dentro do canteiro de obras, com o uso crescente no setor da construção civil, fica evidente o quão importante é conhecer a tecnologia BIM e fica evidenciada a importância da qualificação da mão de obra, segundo Santos (2018) “O software aliado com os modelos de arquitetura, facilitam o acompanhamento e o dimensionamento de equipes na fase de planejamento, conforme andamento da obra, além de atualizar o planejamento continuamente” (SANTOS, 2018).

Além das vantagens evidenciadas, outra vantagem importante a ser considerada é em relação ao tempo de execução da obra, com uma maior facilidade de interpretação do projeto da edificação a ser executada, fica mais entendível o andamento do projeto pois com a vista de modelagem em 3D o projetista acaba sendo auxiliado com uma imagem mais exata do total ciclo de vida da edificação, melhorando ainda mais a qualidade dos serviços, com a estimativa de entrega do projeto. O BIM permite visualizar todo os projetos relacionados a construção em um único banco de dados, auxiliando em uma construção integrada com os envolvidos proporcionando uma maior assertividade na execução (PEREIRA, 2019).

Em todo o procedimento de execução de um projeto, utilizando a tecnologia Bim, existe uma abundância de benefícios, esses que, quando aproveitados, refletem também no bom gerenciamento de capital na obra, gerando um melhor gerenciamento com o capital estimulado para execução da obra, eliminando os riscos de estagnação da construção. De acordo com Campestrini (2015):

Além das informações iniciais de projetos, existem informações geradas ao longo do seu desenvolvimento, como, por exemplo, a solução de revestimento externo custará além do valor gasto em obras anteriores, ou o shaft do banheiro da suíte está muito pequeno. São várias as informações trocadas durante o desenvolvimento (processo) do projeto e, por ser com base nelas que os envolvidos encontram soluções (tomam decisões), é necessária precisão na sua geração e manipulação (CAMPESTRINI, 2015).

Alia-se outros benefícios em relação ao mercado, pode-se evidenciar que ao utilizar o método de renderização no formato tridimensional, os projetos ficam instrutivos para o desempenho da construção e visualização, algo que pode ser considerado muito significativo, em se tratando de uma apresentação formal para o cliente. Deste modo, evitando planejamentos inesperados e prejuízos acidentais, adicionando a compatibilidade, é bem mais benéfico apresentá-los no formato 3D. É possível redimensionar um projeto que apresente um desempenho insatisfatório antes mesmo de sua execução. Assim, reduzem-se os custos com alterações no projeto durante o andamento das obras, garantindo a eficiência na distribuição de recursos e o alinhamento com o cronograma da obra (COSTA, 2015).

Dessa forma, os projetos são elaborados com as informações necessárias para o construtor de forma clara e direta. A associação de tecnologias relativamente novas como o BIM a processos já conhecidos na construção relacionados ao planejamento e controle de execução de atividades se mostrou promissora, uma vez que facilita a visualização destes processos tanto as reuniões quanto no canteiro de obras. (CONTE, 2014).

Um grande avanço que a tecnologia Bim, fornece para seus usuários, é a possibilidade da visualização de uma estrutura no formato tridimensional, possibilitando melhores análises para o engenheiro e assim, uma melhor tomada de decisão. A criação desses objetos parametrizados seria o primeiro passo para que se associassem características dos materiais e outras propriedades à geometria as quais poderiam ser usadas em uma análise estrutural, na determinação de volumes, em lista de materiais etc. (PAPADOPOULOS, 2014).

O Bim é uma tecnologia nova, um novo modelo de perspectiva de projeto, é um preceito que está revolucionando os projetos de construção civil, é algo mais futurista, mais prático, mais econômico e até mesmo mais fácil, retirando assim o déficit que softwares antecedentes possuem. Segundo Miranda (2019) “quatro características marcantes dos modelos em BIM, são elas: a modelagem paramétrica, o levantamento de insumos, a interoperabilidade e a geração de simulações. Assim, para que um software seja pertencente ao BIM, é necessário que ele atenda a todas estas características (MIRANDA, 2019).

Um dos maiores desafios para o crescimento numa grandeza dentro da profissão da construção civil, é a escassez no planejamento, na formulação de projetos simples e complementares, necessitando de informações mais precisas. Esse déficit é encontrado principalmente por pequenas e médias construtoras, que por falta das informações necessárias e de uma visualização tridimensional do projeto a ser executado, aumentam desperdícios e retrabalhos, produzindo um estouro de orçamento e prazo (LUIZ, 2022). Para prover a carência dos softwares utilizados atualmente, o BIM, vem obtendo espaço dentro da indústria da construção civil, pois possui áreas muito relevantes, a fim de detalhar a concepção de construção e manutenção de construções.

No Brasil, o Bim está em crescimento entre os usuários de softwares de projetos de engenharia civil, atualmente está sendo implantando nas universidades. Mesmo ainda estando num estágio incipiente de amadurecimento, o que se pode observar é que algumas universidades já vêm realizando experiências de adoção de BIM em cursos de Arquitetura e Engenharia Civil (RUSCHEL, 2013).

Outro benefício importante de ser explorado, é que, com o método Bim, fica mais fácil realizar armazenamento de arquivos, colaborando com a segurança dos mesmos, possibilitando o compartilhamento de informações, mantendo a qualidade de um bom projeto sustentável. Os principais motivos que levam os escritórios a adotarem o BIM são a melhoria da qualidade do projeto, a redução de erros, a facilidade de modificação e apresentação do projeto e a diminuição no prazo de entrega do mesmo (SOUZA, 2009 *apud* COSTA, 2015).



Atualmente fala-se muito em projetos sustentáveis e armazenamento em servidores compartilhados conhecidos como nuvem. Toda essa evolução de tecnologia com as diversas ferramentas de análise e necessidade de integração entre equipes, fases e ferramentas computacionais, proporciona um ambiente favorável para a aplicação da metodologia BIM (PAPADOPOULOS, 2014).

O Bim está sendo implantando de forma a revolucionar todo o método de execução de projetos na área da engenharia, além de ser mais moderno, é mais fácil de interpretação e possui mais qualidade de apresentação, possuindo a visão em 3D, principalmente se tratando de um futuro empreendimento, onde o projetista poderá mostrar ao seu cliente, como ficará a edificação a ser construída. O modelo 3D também facilita a visualização do produto, principalmente para leigos que em geral não estão habituados a leitura de projetos (PEREIRA, 2014).

A harmonização de softwares que possuem o método Bim, é extremamente importante para a execução de um bom projeto, numa obra de uma grande construção, não é apenas um profissional que fica responsável por determinar às áreas e estimar quais serão as medidas de cada perímetro, em um grande projeto é necessária uma boa gestão na equipe de bons profissionais, Segundo Campestrini (2015) “o projeto reúne as decisões sobre o produto, tradicionalmente, participam o coordenador de projetos, o arquiteto, o engenheiro de estruturas, o engenheiro de fundações, o engenheiro de instalações e, quando o projeto exige, outros profissionais especializados (ambiental, impermeabilização, automação, vedação, conforto térmico e acústico etc.)” (CAMPESTRINI, 2015).

O centro de custo estimado da obra, também é outro atributo a ser beneficiado com a metodologia Bim, pois com a organização financeira bem trabalhada, existe mais ainda qualidade na execução do serviço, com otimização do tempo e uma boa correspondência de fases na execução da obra, permitindo com que a construção seja entregue no tempo determinado, evitando estresse e gastos desnecessários. o Revit fornece um planejamento mais detalhado da obra e, conseqüentemente, com menores riscos de erro. Isso acontece porque é possível detalhar o material que será utilizado, assim como o custo e o tempo gasto para que esse seja utilizado (COSTA, 2015).

Ao ser feito a programação de custo geral da obra, é preciso ser investigado, itens que acabam sendo subdimensionados no levantamento, segundo Luiz (2022) “os itens subdimensionados precisam ser comprados e como não presentes no orçamento total, precisa-se usar de rendimentos próprios e quando superdimensionados diminuem a lucratividade e os materiais de sobras muitas vezes são descartados” (LUIZ, 2022).

A metodologia Bim, além de beneficiar a compatibilização de informação entre os projetistas, possibilitar a visualização tridimensional da edificação, proporcionar mais qualidade no planejamento de orçamento, facilitar uma melhor execução de obra, permite que o usuário da tecnologia contribua para o seu país também, pois o Bim é uma tecnologia de método universal, que está sendo implantada também no Brasil. Ainda é necessário adotar nas universidades o ensino de práticas que fomentem o desenvolvimento de projetos mais colaborativos, novos papéis e novas competências como, por exemplo, a do gestor nos cursos da AEC no Brasil, de modo a formar um perfil de profissional efetivamente comprometido com uma prática baseada no BIM (RUSCHEL, 2013).

Entretanto, a área de construção civil no Brasil ainda está muito mais atrasada em relação a utilização da metodologia BIM quando comparado a outros países como os EUA e o Reino Unido que já vêm mostrando grandes avanços na utilização do BIM (PAPADOPOULOS, 2014). Aos poucos o Bim vem ganhando dimensões dentro do território brasileiro, o que irá refletir em um grande avanço na área da engenharia civil do país.

A tecnologia Bim, também possui como vantagem, além das explicitadas anteriormente, uma melhor definição de objetos que compõem uma construção, pois com a visualização tridimensional, fica mais adequado o planejamento do local onde serão instalados os móveis, já que na visualização 2D ainda existe uma certa dificuldade. A principal dificuldade encontrada durante a modelagem foi encontrar os objetos 3D parametrizados que correspondessem aos mesmos componentes do projeto original fornecido em 2D. Objetos como portas, janelas, eletrocalhas, conexões de dutos que foram adaptados ou substituídos por elementos da biblioteca brasileira fornecida pela Autodesk que é derivada da biblioteca americana (PAPADOPOULOS, 2014).

3. CONCLUSÃO

Após esse estudo, que possui como objetivo geral explicitar os benefícios do método Bim, pode-se dizer o problema proposto pela pesquisa “Quais os benefícios que a tecnologia Bim pode oferecer para a engenharia civil?” foi possível ser esclarecido, pois de acordo com a pesquisa, a ferramenta dispõe de inúmeras qualidades, confortando o engenheiro projetista ou arquiteto, na tomada de decisões, permitindo mais compatibilidade entre os projetos, possibilitando uma melhor comunicação entre a equipe, garantindo de fato a melhor execução da edificação planejada. O avanço da tecnologia, obrigatoriamente, impõe ao mercado de trabalho mais formas de se modernizar e o uso da tecnologia BIM é efetivamente considerado um avanço necessário.

O potencial tecnológico que a ferramenta entrega para seus usuários, permite benefícios não só técnicos, mas também vantagens no capital, reduzindo tempo de serviço, pela facilidade de operar o software e também mais precisão no planejamento de gastos. A ferramenta BIM fornece aos usuários, uma visão mais ampla do objetivo, ela permite mais uniformidade entre os participantes do projeto, arquitetos, engenheiros, mestre de obras, pedreiros, serventes e até o cliente, todos os envolvidos na obra acabam se beneficiando.

A ferramenta de projetos na engenharia civil no Brasil mais conhecida é o AutoCad, que por ser apenas bidimensional, possui mais dificuldade na execução do projeto, consumindo mais tempo. A ferramenta BIM já entrega um panorama mais moderno, tridimensional. Benefícios como compatibilidade entre os projetos, economia em todas as fases da construção, um centro de custo estimado mais detalhado da obra, um maior aproveitamento de informações entre os projetos, melhoria até no gerenciamento de produção, visualização tridimensional da edificação, todas essas vantagens são concebidas quando a ferramenta BIM é utilizada corretamente.

Referências

- AUTODESK. (2018) **Bim and the Future of AEC**. Disponível em: <https://www.autodesk.com/solutions/bim> >. Acesso em 23 de dez. de 2022
- CAMPESTRINI, Tiago Francisco. *et al.* **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, v. 1, 2015. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro_entendendo_bim.pdf Acesso em 05 de ago. 2023.
- CONTE, Eduardo José. **Tecnologia BIM: Aplicação no controle da execução de obras na construção civil**. 2014. 93 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/110096>. Acesso em 02 de set. de 2023.
- DA COSTA, Giovani Cecatto Lopes Ribeiro; FIGUEIREDO, Sílvia Haueisen; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. **Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 2, 2015. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/download/454/290>. Acesso



em 01 de out. de 2023.

EASTMAN, Charles M. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

LUIZ, Vitor Gomes. **O Benefício Dos Programas Bim Para A Execução De Residências Unifamiliares Cedi-das Pelo Programa Minha Casa Minha Vida**. 2022. 179 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Uni-versidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/24201> Acesso em 04 de set. 2023.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da cons-trução civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 7, n. 5, p. 79-98, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334377692>. Acesso em 05 de out. de 2023

MOREIRA, Rafael Angel Damasceno; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. **Transição do modo tradicional de construção para o Bim em algumas regiões do Brasil**. CONSTRUINDO, 2015. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/3954/1970>. Acesso: 15 de set. de 2023.

PAPADOPOULOS, Nicolas Alexandros. **Avaliação da metodologia BIM através da modelagem paramétrica 3D de um projeto convencional**. 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em <https://web.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/teses/NicolaPapadopou-los-Mestrado-2014.pdf>. Acesso em 12 de dez. 2022.

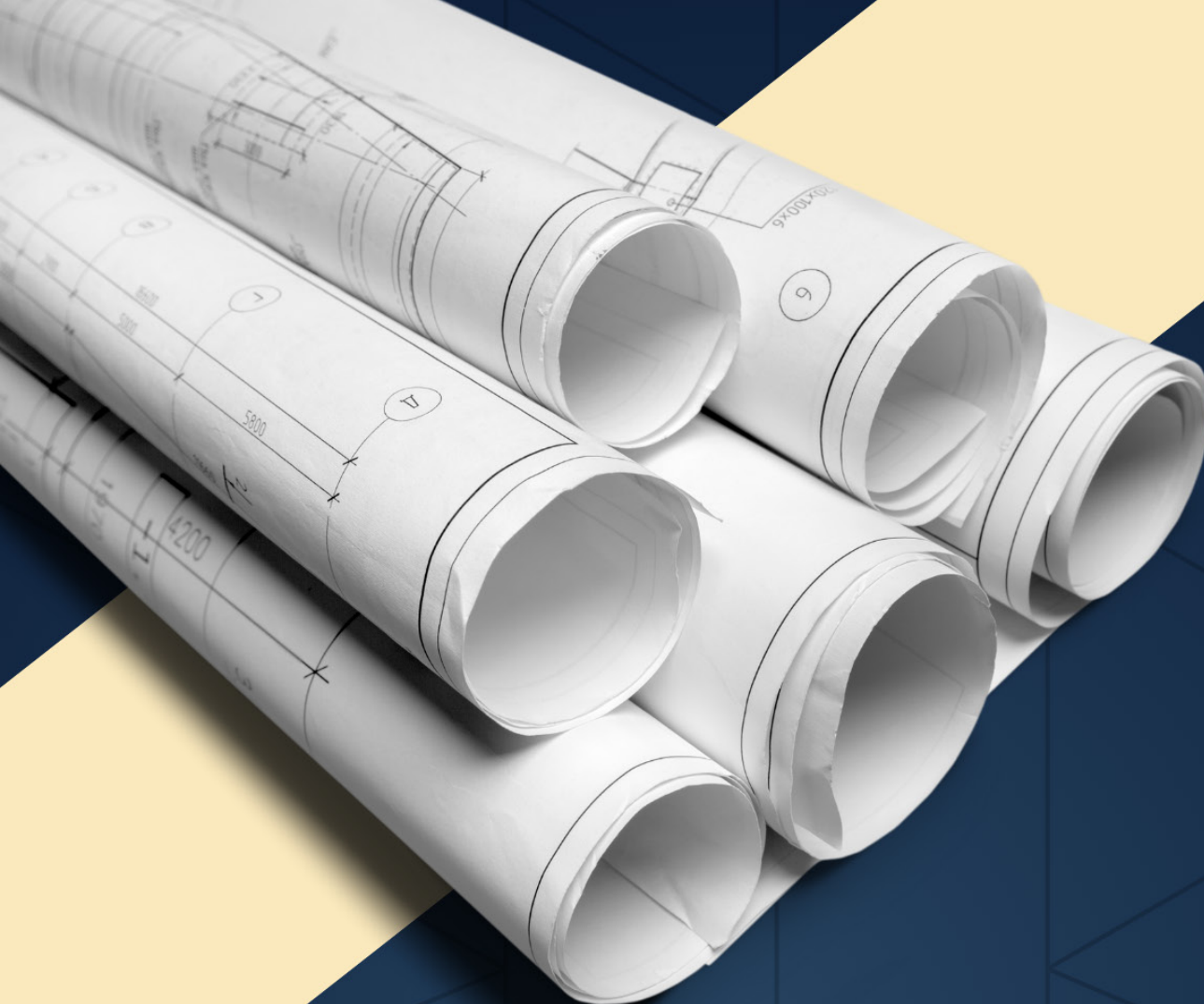
PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. **Implementação do BIM no setor de planejamento e controle de uma construtora**. 2014. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/19031>. Acesso em 20 de ago. de 2023.

PEREIRA, Vinicius Paixão Araújo. **IMPLANTAÇÃO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL: construindo uma nova obra**. 2019. 32 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) Centro Universitário ATENAS, 2019. Disponível em: http://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/IMPLANTACAO_DO_BIM_NA_CONS-TRUCAO_CIVIL__construindo_uma_nova_obra.pdf. Acesso em 15 de set. de 2023.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. **O ensino de BIM no Bra-sil: onde estamos?**. Ambiente construído, v. 13, p. 151-165, 2013. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012>. Acesso em 11 de ago. 2023.

SOUSA JÚNIOR, Washington Luiz de. *et al.* **Ações orientadas para gestão de processos de projeto para a implantação do BIM na DINFRA da Universidade Federal do Cariri**. 2022. 190 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Publica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/49816>. Acesso em 02 de jul. de 2023.

SANTOS, F. C.; ROMAGNOLI, L. D. S. C.; SOUSA, L. C. **Processo de implantação do bim para análise de pro-dutividade da mão de obra**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 1937–1944. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1550>. Acesso em 18 set. de 2023.



8

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO CONTEXTO PATOLÓGICO: ANÁLISE SOBRE AS CAUSAS E IMPACTOS DA PATOLOGIA EM PRÉDIOS HISTÓRICOS

**CONSTRUCTION MATERIALS IN THE PATHOLOGICAL
CONTEXT: ANALYSIS OF THE CAUSES AND IMPACTS OF
PATHOLOGY ON HISTORIC BUILDINGS**

**Gustavo Henrique Coutinho Schalcher
Rafael Marochi
Wellington Santos Araújo
Orlando Benício**

Resumo

Este artigo de pesquisa examina o tema da patologia em edifícios históricos mediante uma revisão abrangente da literatura. O objetivo principal da pesquisa é compreender e descrever as patologias que afetam as estruturas históricas, oferecendo assim perspectivas essenciais para a preservação e conservação dessas estruturas. Com base em uma análise detalhada da literatura disponível, o estudo destaca as patologias mais usuais que afetam os edifícios históricos, como manuseio de materiais, umidade, rachaduras e danos estruturais. Os principais resultados resumidos deste estudo ressaltam a importância do diagnóstico precoce e preciso. Realizar medidas de reabilitação e manutenção. Além disso, há um foco na preservação do valor cultural e histórico destes edifícios, bem como na necessidade de abordagens sustentáveis e adaptativas às questões de conservação. Este estudo dá um importante ajuda para a compreensão das complexidades envolvidas no tratamento de patologias em edifícios históricos e orientar ações futuras para proteger e imortalizar o patrimônio histórico.

Palavras-chave: Patologias, Construção Civil, Edificações históricas.

Abstract

This research article examines the theme of pathology in historical buildings through a comprehensive literature review. The main objective of the research is to understand and describe the pathologies affecting historical structures, thus offering essential insights for the preservation and conservation of these buildings. Based on a detailed analysis of available literature, the study highlights the most common pathologies affecting historical buildings, such as material handling, moisture, cracks, and structural damage. The key summarized findings of this study emphasize the importance of early and accurate diagnosis, undertaking rehabilitation and maintenance measures. Furthermore, there is a focus on preserving the cultural and historical value of these buildings, as well as the need for sustainable and adaptive approaches to conservation issues. This study provides valuable assistance in understanding the complexities involved in treating pathologies in historical buildings and guides future actions to protect and immortalize historical heritage.

Keywords: Pathologies, Civil Construction, Historical Buildings.

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas podem ser causadas por uma variedade de fatores, geralmente inerentes à própria edificação, podendo ser: falha de gestão, normas técnicas abaixo do padrão, trabalhadores abaixo do padrão, erros de projeto, sobrecarga, degradação estrutural e naturalmente. Essas manifestações patológicas estão diretamente relacionadas ao ambiente construído e às técnicas construtivas. Com isso em mente, os centros históricos são vulneráveis ao tempo de construção e, se não forem preservados e mantidos regularmente, estão propensos a anomalias. Muitas vezes resultando em perdas culturais e históricas irreparáveis.

As patologias em edificações históricas são múltiplas e variadas, e podem ter causas diversas, como a ação do tempo, eventos naturais e prevenção causadas. Dentre as patologias mais comuns, destacam-se a corrosão das armaduras, o deslocamento de revestimentos, a umidade excessiva e a infestação de insetos e fungos. A identificação correta dessas patologias é fundamental para a definição do tratamento adequado, evitando complicações desnecessárias ou mal executados que podem comprometer ainda mais a estrutura do edifício.

A preservação das construções históricas é um desafio constante para arquitetos, engenheiros e conservadores. É necessário, portanto, conhecer as técnicas existentes para garantir a preservação desses monumentos para as futuras gerações. Com este trabalho, busca-se contribuir para o conhecimento nessa área, fornecendo informações úteis para o diagnóstico das patologias em edificações históricas.

Dentro da temática das patologias da construção, busca-se compreender as técnicas e materiais de edificação utilizados em edifícios históricos e como eles têm sobrevivência e resistência presentes às patologias. O objetivo central é conhecer e descrever as patologias presentes em edificações históricas através de revisão bibliográfica. Nesse contexto, realiza-se uma revisão bibliográfica sobre as patologias mais comuns encontradas em edifícios históricos, oferecendo uma perspectiva ampla das manifestações, causas subjacentes e possíveis implicações para a conservação desses patrimônios específicos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos. Foram utilizados 6 livros, divididos em patologia das construções, manuais de conservação de prédios históricos e outros livros técnicos que abordaram o tema, disponíveis na biblioteca da ANHANGUERA e no banco de dados da Secretaria de Cultura do Maranhão – SECMA, publicados no período de 1986 a 2011. Além de artigos científicos sobre o tema que foram acessados nas bases de dados: IPHAN, SECMA, ANHANGUERA, FUCAMP, Google Scholar, publicados nos últimos 22 anos (2000 a 2022). Foram utilizados 6 artigos, textos completos disponíveis on-line. Os seguintes descritores foram aplicados: patologia na construção civil e tipos de patologia em edifícios históricos.

2.2 Resultados e discussão



A abordagem da patologia das construções em edifícios históricos constitui um tema de grande relevância no referencial teórico, uma vez que a compreensão das questões de manipulação se revela fundamental para a preservação destas estruturas. Discutindo este ponto, é possível oferecer interpretações que ampliem as opiniões sobre essa temática e compreendam as implicações das descobertas.

Ao abordar as questões levantadas na introdução, é notório que a infiltração de água emerge como uma das principais causas de exclusão nos edifícios históricos. De acordo com Verçoza (1991), a umidade não apenas figura como uma causa primária de patologia, mas também desempenha um papel mediador em diversas outras manifestações patológicas na construção.

Emerja aqui uma discussão pertinente: a umidade não está apenas relacionada diretamente com a manipulação, mas também serve como um agente desencadeador de múltiplas patologias. Verçoza (1991) destaca que a umidade está intrinsecamente ligada à formação de eflorescências, oxidação, desenvolvimento de fungos, perda de revestimento, entre outros problemas. Além disso, é alarmante constatar que esse problema pode culminar em situações extremas, como acidentes estruturais. Ao analisar essas relações, torna-se evidente que a presença de umidade desempenha um papel fundamental na resolução de diversos problemas identificados em construções históricas.

Segundo Perez (1988), as manifestações patológicas ocasionadas pela umidade são apresentadas conforme descrito no Quadro 1:

PATOLOGIA	Características	Causas
Eflorescência	- Manchas causadas por umidade; - Pó branco acumulado sobre a superfície;	- Umidade constante; - Cal não carbonatada; - Presença de sais solúveis nos elementos da alvenaria;
Bolor	- Manchas esverdeadas ou escuras; - Revestimento em desagregação;	- Umidade constante; - Área não exposta ao sol;
Descolamento com empolamento	- Descolamento do reboco do emboço, formando bolhas progressivas; - O som apresenta som abafado sob percussão.	- Infiltração por umidade; - Reação de expansão retardada do óxido de magnésio.

Quadro 1. Manifestações comuns de patologias em construções históricas.

Fonte: Perez (1998)

O Quadro 1 lista as manifestações comuns de patologia em edifícios históricos causadas por umidade, desempenhando um papel crucial na compreensão dos desafios enfrentados por essas estruturas. A umidade representa uma das principais ameaças aos edifícios históricos, sendo capaz de causar danos consideráveis ao longo do tempo.

Estas manifestações patológicas podem se manifestar de maneira diversificada em vários componentes das construções, como por exemplo, em pisos, paredes, forros e fachadas. Isto ressalta a abrangência e complexidade dos desafios relacionados à preservação de edifícios históricos. Ao trazer essas discussões à tona, é possível perceber que as descobertas em relação à umidade têm um impacto direto nas respostas buscadas. Esses resultados corroboram com o conhecimento existente no referencial teórico, que já enfatiza a umidade como um fator preponderante para as patologias das construções históricas.

Nem sempre os resultados são previsíveis, e esta pesquisa não é exceção. Um resultado não esperado que merece atenção é a relação entre umidade e acidentes estruturais. Essa descoberta levanta questionamentos sobre o nível de perigo que a umidade pode representar para a integridade das estruturas históricas, além do desgaste superficial. Este resultado não antecipado pode abrir novos caminhos de pesquisa e revisão de procedimentos de preservação.

Entretanto, é essencial considerar as limitações potenciais deste estudo. A pesquisa se baseia em fontes limitadas e, conseqüentemente, pode haver uma gama de patologias não consideradas. Além disso, a interpretação desses resultados depende da confiabilidade das fontes utilizadas. Avaliando a importância relativa destas especificações, percebemos que elas podem influenciar a amplitude das instruções traçadas a partir dos resultados.

Além disso, os problemas estruturais também são comuns em edifícios históricos. A estrutura dos edifícios está sujeita à ação de maiores ou menores tensões localizadas, conforme a solicitação de carregamento a que está submetida. Os esforços levam deformações e microfissuras na estrutura interna do edifício acelerando o processo de danificação devido à redução da resistência às influências ambientais, além de controlar as tensões do tipo de expansão sob carga, expansão térmica e umidade (Almeida, 2000, p. 17).

É importante mencionar que a patologia das construções em edifícios históricos afeta diferentes tipos de materiais de construção. A alvenaria, por exemplo, pode ser suscetível a problemas como erosão das juntas e desprendimento de argamassa. A madeira, por sua vez, está sujeita a ataques de insetos e fungos, além da deterioração causada pela umidade. Já a pedra pode sofrer erosão e desgaste ao longo do tempo. Durante a vida útil de um edifício, podem ser identificadas deficiências no seu desempenho, que podem ser devidas à idade do edifício, às condições climáticas ou devido a Tempo (CÓIAS, 2006).

Além das considerações até aqui discutidas, é crucial ressaltar um aspecto de importância notável: uma parcela substancial de edifícios históricos mostra coberturas em um estado precário, figurando como uma das patologias mais visíveis e possivelmente a mais inquietante. A análise desse cenário, apresentada na Figura 1, propicia interpretações que ampliam as perspectivas e reforçam as implicações das descobertas. Em resposta às indagações apresentadas na introdução, torna-se evidente que as coberturas em estado de cobertura significativas originaram um ciclo de problemas. Esses resultados são embasados pelo efeito demonstrado das deformações nas coberturas e pelas ramificações que isso tem sobre a integridade do edifício.



Figura1. Exemplo de edifício histórico com cobertura danificada.

Fonte: Jornal Cruzeiro do Sul (2020)

Essa situação mostrada na Figura 1, resulta em infiltrações de água provenientes da precipitação, afetando a própria cobertura, as paredes externas e as esquadrias, além de comprometer as paredes internas, pisos e escadas no interior do edifício. “Além disso, as deformações excessivas dos elementos da cobertura ocasionam a redução da sua estanqueidade, agravando ainda mais a deterioração das peças de madeira” (LUSO, 2000, p. 95).

Esta compreensão não apenas se conecta harmoniosamente ao conhecimento consolidado no referencial teórico, mas também realça um resultado inesperado: o impacto abrangente das coberturas deterioradas. Ao se analisar mais a fundo, percebe-se que a situação das coberturas transcende a sua função inicial de proteção e se estende às consequências mais abrangentes nas áreas internas e externas do edifício.

Este achado, porém, também ressalta a relevância de levar em conta abordagens conflitantes. Embora as coberturas deterioradas sejam claramente problemáticas, pode haver discordância sobre a extensão exata de seus efeitos em diferentes contextos. Isso chama a atenção para a necessidade de discernir entre diversas situações de edifícios históricos e adaptar as soluções de conservação de acordo.

Não obstante, é essencial identificar as possibilidades desta investigação. A focalização específica nas coberturas não pode capturar todas as variações de patologia encontradas em edifícios históricos. Além disso, ao se concentrar nesse aspecto, outros desafios podem não ter sido desenvolvidos de forma participativa.

Como destacado por Luso (2000, p. 95), “Além disso, as deformações excessivas dos elementos da cobertura ocasionam a redução da sua estanqueidade, agravando ainda mais a flexibilidade das peças de madeira.” Esta citação ressoa com os resultados desta análise, fortalecendo a compreensão sobre como as deformações na cobertura podem desencadear uma dinâmica de manipulação mais ampla e complexa.

Além das causas já abordadas, é imperativo enfatizar que intervenções específicas também podem agravar as patologias em edificações históricas. Quando realizadas sem o devido zelo pelas particularidades intrínsecas da estrutura, essas intervenções têm o potencial de desencadear desafios adicionais. Em construções históricas, o uso incorreto de materiais muitas vezes resulta de engenharias que não compreendem as nuances entre tecnologias antigas e modernas. Além disso, constatou-se que reguladores e engenharias apresentam a exigência de conformidade com as normas atuais, mesmo quando abordagens de conservação estão sendo aplicadas (LOURENÇO, 2005).

Klein (1999) também destaca a má qualidade da mão-de-obra como um fator que favorece o surgimento de patologias nas construções. Conforme aponta este autor, assim como a vida humana, a duração de uso de uma construção está intrinsecamente ligada aos cuidados dispensados em suas fases de projeto, execução e manutenção. A construção fica sujeita à ação de diversos agentes agressivos, como calor, umidade, forças do vento e sobrecargas, que, ao longo do tempo, podem ocasionar fadiga e o surgimento de problemas em seus elementos construtivos.

Nesse contexto, a citação de Villela (2017, p. 107) adquire relevância ao destacar que a proposição de medidas para fortalecer as estruturas, preservar os componentes construtivos e implementar modificações funcionais requer uma compreensão profunda dos materiais utilizados na construção dos edifícios. Essa compreensão abrangente é fundamental para garantir a integridade e a longevidade das edificações, especialmente quando se trata de construções históricas, que possuem características singulares e reservam cuidados específicos para sua conservação.

Compreender a Patologia das Edificações é essencial para todos os envolvidos na pre-

servação de edificações históricas, desde trabalhadores até engenheiros e arquitetos. Conforme Verçoza (1991), essa compreensão minimiza erros, tornando-se ainda mais crucial com crescente responsabilidade profissional nesse contexto. Em resumo, o conhecimento da Patologia das Edificações é essencial para garantir a conservação e a longevidade das edificações históricas.

É fundamental destacar a importância da abordagem interdisciplinar no estudo da patologia das construções em edifícios históricos. A análise e diagnóstico dessas patologias requerem a participação de profissionais especializados em áreas como engenharia civil, arquitetura, conservação e restauro. Segundo Lourenço (2005), qualquer estrutura tradicional é a resultado do projeto e construção originais, das diversas alterações feitas deliberadamente e deterioração devido ao tempo e eventos excepcionais. Ele também enfatiza o papel do engenheiro na conservação de estruturas antigas e a necessidade de um engenheiro, especialista nesta área, deve estar envolvido desde o início na equipe de especialistas associados ao processo.

3. CONCLUSÃO

Na conclusão deste estudo, refletimos sobre os objetivos propostos e sua realização. O foco deste trabalho foi abordar a Patologia das Edificações em edificações históricas, com ênfase nas principais manifestações patológicas.

Foi constatado que as manifestações patológicas nesse contexto são frequentemente desencadeadas por fatores como umidade, uso inadequado de materiais, limitações de coberturas, intervenções específicas e a falta de profissionais possíveis especializados na conservação de edificações históricas.

Ao longo deste estudo, buscamos apresentar uma análise detalhada desses fatores e discutir como eles impactam a integridade dessas edificações. Também enfatizamos a importância de compreender as particularidades das edificações históricas para preservar seu valor cultural e moderno.

No entanto, confirmamos que este trabalho possui limitações, como a falta de dados quantitativos e uma abordagem mais aprofundada em áreas específicas da patologia das edificações históricas. Como recomendação para estudos futuros, sugerimos uma investigação mais detalhada sobre técnicas de conservação e restauração específicas para edificações históricas, bem como a realização de estudos de caso que exemplifiquem as abordagens bem-sucedidas na preservação dessas estruturas.

Em resumo, este trabalho destaca a importância do conhecimento sobre a patologia das edificações em edificações históricas e ressalta a necessidade contínua de pesquisa e aprimoramento das práticas de conservação para garantir a preservação desses patrimônios culturais.

Referências

ALMEIDA, Frederico. **Manual de conservação de cantarias**. Produzida pelo IPHAN, 2000. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Man_ConservacaoCantarias_1edicao_m.pdf. Acesso em: 9 de maio de 2023.

CÓIAS, Vítor. **Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios**. Lisboa: IST, 2006.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre: 1999. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.



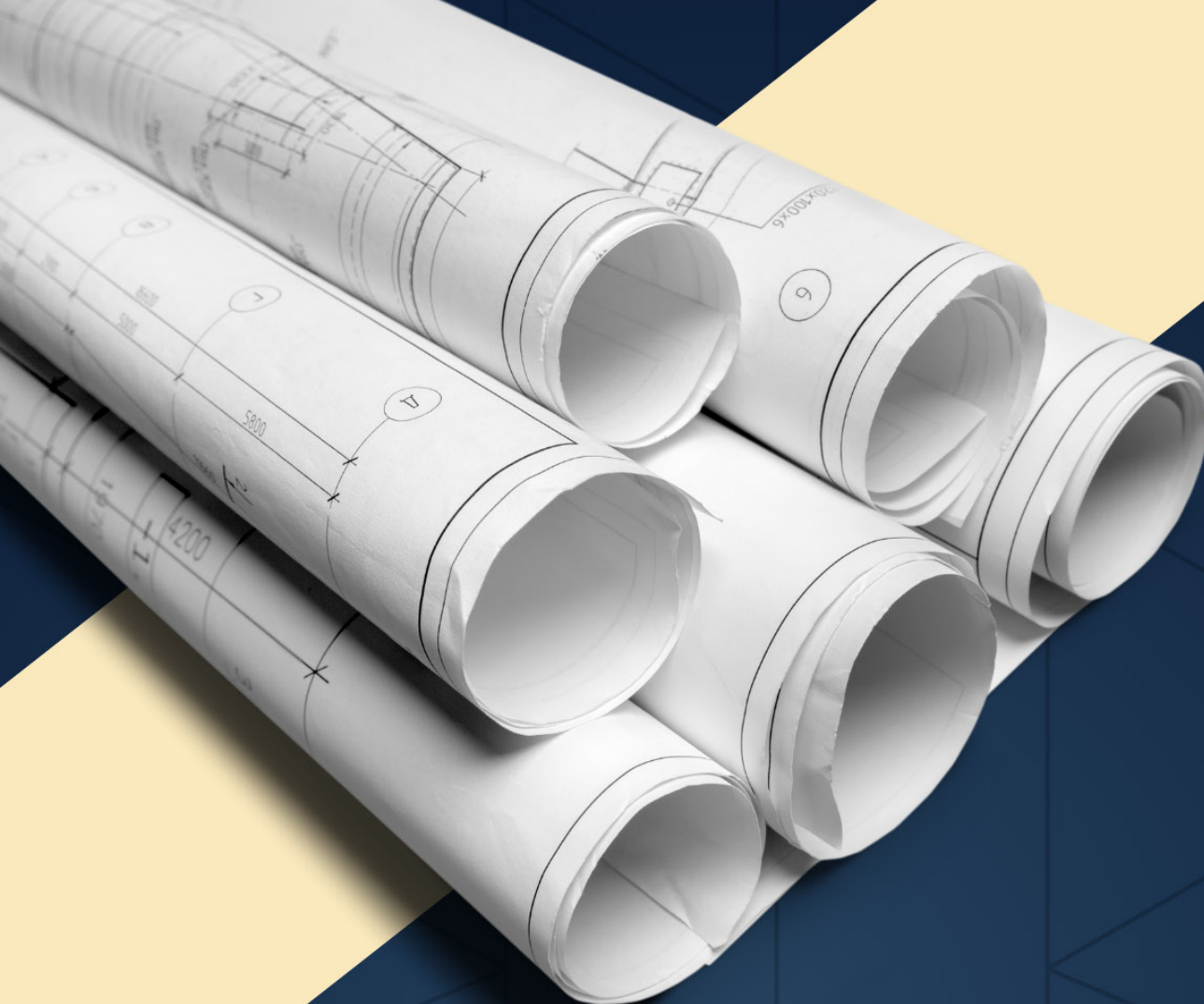
LOURENÇO, P.B. **Aplicações das Recomendações ICOMOS Sobre Conservação de Estruturas Antigas: do Elemento Construtivo à Estrutura Global**. 2º Seminário A Intervenção no Patrimônio Histórico – Práticas de Conservação e Reabilitação. 2005.

LUSO, Eduarda. **Contribuição para Intervenções no Centro Histórico de Bragança**. 2002. 323 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2002.

PEREZ, Ary R. Umidade nas edificações. **Tecnologia das edificações**. São Paulo: Pini, 1988.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

VILLELA, Ana Teresa Cirigliano. **Técnicas retrospectivas, restauração e patrimônio histórico**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.



9

CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE: MÉTODOS E FORMAS DE REDUÇÃO DE RESÍDUOS NO MEIO AMBIENTE

**CIVIL CONSTRUCTION AND SUSTAINABILITY:
METHODS AND FORMS OF REDUCING WASTE IN THE
ENVIRONMENT**

**Marina Soares Peixoto dos Santos
Mirian Nunes de Carvalho Nunes**

Resumo

Este trabalho abordou a problemática da gestão de resíduos na construção civil sob a ótica da sustentabilidade. O objetivo geral foi investigar métodos e estratégias para a redução de resíduos na indústria da construção, a fim de minimizar os impactos ambientais e econômicos. A metodologia incluiu uma pesquisa bibliográfica qualitativa para análise das práticas sustentáveis adotadas no setor. Os resultados indicam que a implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos eficaz pode reduzir significativamente a quantidade total de resíduos gerados em canteiros de obras. Além disso, o design sustentável e a reutilização de materiais demonstraram ser estratégias eficazes na redução de custos e consumo de recursos. As principais considerações finais destacam a importância da adoção de práticas sustentáveis na construção civil para mitigar os impactos ambientais e promover um desenvolvimento mais responsável. Este estudo oferece insights valiosos para profissionais e empresas do setor que buscam abordar os desafios ambientais enfrentados pela indústria da construção.

Palavras-chave: Construção civil, Sustentabilidade, Gerenciamento de resíduos, Design sustentável, Reutilização de materiais.

Abstract

This work addressed the issue of waste management in construction from the perspective of sustainability. The general objective was to investigate methods and strategies for reducing waste in the construction industry, in order to minimize environmental and economic impacts. The methodology included qualitative bibliographic research to analyze sustainable practices adopted in the sector. The results indicate that implementing an effective waste management system can significantly reduce the total amount of waste generated on construction sites. Furthermore, sustainable design and reuse of materials have proven to be effective strategies for reducing costs and resource consumption. The main final considerations highlight the importance of adopting sustainable practices in civil construction to mitigate environmental impacts and promote more responsible development. This study offers valuable insights for professionals and companies in the sector seeking to address the environmental challenges faced by the construction industry.

Keywords: Civil construction, Sustainability, Waste management, Sustainable design, Reuse of materials.

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil não foi diferente, a sociedade evolui tendo como base obras realizadas de forma mais intensiva nos últimos 100 anos, sem pensar no impacto que poderia gerar no futuro, atualmente o segmento da construção civil busca uma outra forma de atuação, por entender que, para que uma obra seja realizada com qualidade e eficácia é necessário que seja sustentável, seus materiais também precisam ser de fontes limpas e lícitas, e caso gere resíduos que sejam utilizados na mesma obra ou em outras, caso não tenha como ser reutilizados, estes devem ser descartados da forma correta.

Os resíduos provocados pela construção civil em geral são referentes a demolições e materiais que sobram de obras, em muitos dos casos não há reutilização e são descartados de maneira incorreta em inúmeros locais, e gera diversos danos ao meio ambiente, e que com o passar do tempo ocasionam outros problemas ainda mais graves como a contaminação do solo, de nascentes e, quando descartado em vias urbanas ajuda na proliferação de doenças que afeta o ser humano.

A justificativa deste estudo é devido ao grande aumento de construções nas últimas décadas que tem provocado um alto volume de resíduos que em muitas das vezes são descartados no meio ambiente, sem nenhum tipo de cuidado, gerando inúmeros danos ao meio ambiente e a sociedade.

A construção civil é um segmento fundamental para a sociedade assim como para a economia de um país, ela é formada por diversas e variadas atividades englobando todo o país, considerada uma engrenagem importante para o crescimento econômico. Não só no Brasil, mas no mundo o segmento possui uma forte capacidade de movimentar a economia, suas atividades geram milhares de empregos. No Brasil o setor é considerado o segmento que mais gera empregos.

Diante desse contexto, a relevância do trabalho se deve ao grande poder que o setor possui, por ter uma grande demanda consequentemente gera uma grande quantidade de resíduos, e isso quando descartado da forma inadequada gera diversos problemas ao meio ambiente, sendo assim é fundamental que o tema seja discutido analisando as leis e os procedimentos realizados até então, com o propósito de promover medidas que indiquem a forma correta da gestão de resíduos da construção civil.

O trabalho buscou questionar: qual a importância da gestão de resíduos sólidos na construção civil? Para responder ao problema de pesquisa, definiu-se como objetivo geral avaliar a importância da gestão de resíduos na construção civil. Tendo como objetivo específico identificar as características da gestão de resíduos da construção civil e suas principais características para sociedade.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada neste trabalho foi uma revisão de literatura qualitativa e descritiva, na qual foi realizada consulta a livros, dissertações e artigos científicos em sites confiáveis. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Construção civil. Sustentabilidade. Gerenciamento de resíduos. Design sustentável. Reutilização de materiais. Os principais



autores pesquisados foram: Brasileiro e Matos (2015), Batista Junior e Romanel (2013), Brasil (2010), Abrelpe (2014), Conama (2002).

2.1 Resultados e Discussão

No Brasil, a classificação dos resíduos sólidos se dá de acordo com a periculosidade (ABNT, 2004), ocasionando uma divisão organizada dos elementos que fazem parte da constituição dos mesmos, e conforme essa norma, os resíduos sólidos são classificados em:

- **CLASSE I OU PERIGOSOS:** caracterizado em razão de suas peculiaridades intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
- **CLASSE II OU NÃO-INERTES:** são elementos de características de rejeitos que se mostram potenciais em combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe III – Inertes.
- **CLASSE III OU INERTES:** são inofensivos à saúde e ecossistema, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Na figura abaixo podemos visualizar de forma mais lúdica o fluxograma de classificação dos resíduos sólidos dentro da perspectiva de consumo da realidade brasileira:

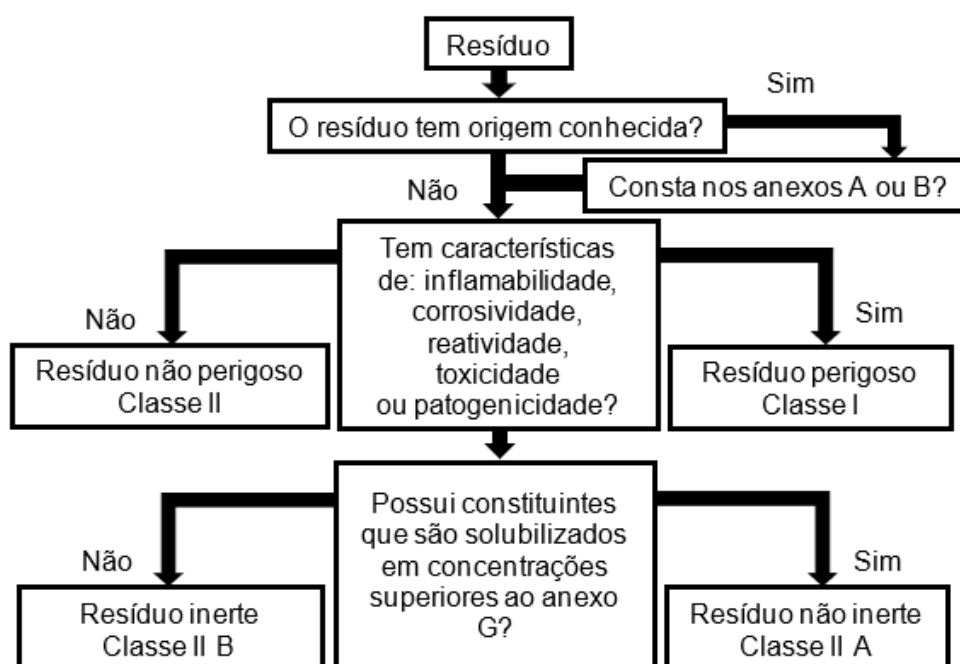


Figura 1. Fluxograma de classificação dos resíduos sólidos

Fonte: ABNT (2004, p.6.)

É fundamental que ocorra uma análise em relação a origem dos resíduos sólidos, até porque a composição do mesmo é associada a diversos fatores. Para Lemos (1998), um dos elementos que mais influenciam nesse processo é o componente econômico, pois, na ocorrência de variações econômicas em um sistema, seus reflexos são logo percebidos nos locais de tratamento do lixo. Ou seja, os fatores que influenciam a formação desses resíduos são: Fatores como clima, variações sazonais, grau de educação, poder aquisitivo e costumes populacionais.

O ramo da construção civil é caracterizado pelo elevado potencial econômico e alta empregabilidade (SILVA *et al.*, 2005). De acordo com o Brasileiro e Matos (2015, p. 180), o setor chega a ser responsável por aproximados 15% do produto interno bruto (PIB) do Brasil, com “investimentos que ultrapassam R\$90 milhões por ano, geração de 62 empregos indiretos para cada 100 empregos diretos, contribuindo para a redução de déficit habitacional e da infraestrutura (...)” (BRASILEIRO; MATOS, 2015, p. 180).

A construção civil é um segmento fundamental para a sociedade assim como para a economia de um país, ela é formada por diversas e variadas atividades englobando todo o país, considerada uma engrenagem importante para o crescimento econômico. Não só no Brasil mais no mundo o segmento possui uma forte capacidade de movimentar a economia, suas atividades geram milhares de empregos. No Brasil o setor é considerado o segmento que mais gera empregos (FIRJAN, 2020).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas formas, pela natureza, pela sua composição, pela sua forma, pelos riscos potenciais ao meio ambiente ou até mesmo pela sua origem (domiciliar, público, terminais rodoviários, industrial, agrícola ou entulho). A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) em sua NBR 10004/2004 (2004) dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos onde lê-se:

Aqueles que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Considera-se também resíduo sólido os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, em como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

O crescimento da economia, acompanhado do desenvolvimento populacional nos centros urbanos e a propagação da tecnologia vem alterando o estilo de vida das pessoas e os processos de produção nas cidades do Brasil. O considerado aumento dos rejeitos dessa dinâmica vem a cada dia diversificando as características da quantidade e diversidades dos resíduos sólidos. Esses resíduos passaram a agregar elementos cada vez mais sintéticos e industrializados, ocasionando a inserção de elementos nunca antes posicionados nos ecossistemas em virtude do processo industrial.

A ocorrência média de geração de resíduos sólidos urbanos está mensurada na faixa de 1 Kg por habitante/dia no país aproximadamente, sendo que essa média estatística também é visualizada em alguns países europeus. Em alguns centros urbanos de maior concentração e perfil consumista esse patamar eleva-se aos dos cidadãos norte-americanos já que esses são considerados os maiores produtores per capita de resíduos sólidos urbanos. Uma grande parte dos resíduos urbanos são descartados de forma errônea, se tratando de destinação sanitária e ambiental adequada, na última década, houve progressos pontuais nessa problemática, porém ainda longe do ideal, é mais do que comum visu-

alizarmos resíduos sendo alocados em vazadouros a céu aberto, na maioria dos municípios brasileiros (SNIS, 2016).

O percentual de municípios que utilizam aterros controlados, onde os resíduos são apenas cobertos por terra, manteve-se praticamente inalterado entre 2000 e 2008, e houve aumento na destinação para os aterros sanitários, que utilizam tecnologia específica de modo a minimizar os impactos ambientais e os danos ou riscos à saúde humana. No quadro 1 abaixo podemos visualizar essa simetria estatística.

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro Controlado	Aterro Sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Quadro 1. Destinação final dos resíduos sólidos

Fonte: IBGE (2010, p. 60)

De acordo com Monteiro *et al.* (2001), os resíduos sólidos urbanos podem se diversificar de acordo com aspectos sociais, econômicos e até climáticos, ou seja, cada comunidade se diferencia entre si.

Devido ao desenvolvimento urbano dos municípios somado ao surgimento de construções novas, reformas bem como demolições houve um grande aumento de resíduos de construção civil (RCC). Dessa forma, os RCC, que também é denominado como Resíduos de Construção e Demolição (RCD), e vistos como uma categoria de resíduo que no presente cenário mais se destaca. Para a resolução nº 307, de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os RCC são conceituados.

[..]resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso telhas, pavimentos asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p.1).

Para atingir a sustentabilidade e promover a preservação do meio ambiente é preciso de leis consistentes que regulamente o descarte de resíduos da construção civil da maneira correta. Neste contexto, foi criada no Brasil a resolução CONAMA nº 307 de 2002, que determina diretrizes, padrões e procedimentos que abrange o gerenciamento dos RCC, iniciando na sua classificação até a sua disposição final apropriada, envolvendo a responsabilidade do poder público municipal e seus geradores.

Segundo os dados disponibilizados pela ABRELPE (2014) no Brasil entre 2013 e 2014, houve um crescimento de 4,1% em relação ao volume de resíduos produzidos pela construção e demolição nos municípios brasileiros. No ano de 2014 foram coletados cerca de 122.262t/dia de RCD tendo como referência uma população de 202. 799.518 habitantes.

Neste sentido, no decorrer dos anos devido a diversos impactos socioambientais negativos foi preciso implementar políticas públicas com o objetivo de garantir que ocorresse o gerenciamento e destinação correta dos resíduos sólidos. Tendo como base a Lei Federal n.º 12.305/2010, que criou a PNRS, sendo considerado um marco para a normatização

da gestão de resíduos sólidos.

A PNRS é composta por princípios e objetivos, dispositivos e orientações, essências para o progresso que tanto o país precisava principalmente perante as dificuldades econômicas, sociais e ambientais ocasionadas pelo mal gerenciamento dos resíduos sólidos. Ela sugeriu atitudes que abrange o consumo sustentável e beneficia o aumento progressivo da reutilização bem como da reciclagem dos resíduos sólidos que dispõem de algum valor econômico, chegando à destinação final dos rejeitos em locais apropriados, aqueles que não possuem reciclagem nem pode ser reutilizado (BRASIL, 2010).

Nesse contexto, os propósitos que a Lei Federal nº 12.305/2010, busca alcançar são apresentados em seu capítulo 2 art. 7, sendo eles:

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Não geração. Redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- Gestão integrada de resíduos sólidos;
- Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- Prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:
 - Produtos reciclados e recicláveis;
 - Bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;
- Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluído a recuperação e o aproveitamento energético;
- Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

A partir da implementação da PNRS, a sociedade embasada nos conceitos que envolvem a responsabilidade compartilhada, adquiriu grandes deveres, principalmente em relação à gestão ambiental que inclui a forma apropriada de gerir os resíduos sólidos. Por sua vez os indivíduos passaram ter a responsabilidade da disposição adequada dos resíduos que produz, bem como promover um pensamento crítico em relação a seu comportamento como consumidor, no que pese o meio ambiente. Neste contexto o setor privado fica incumbido pela administração ambiental dos resíduos sólidos da forma eficiente, tendo a obrigação de promover a reintegração do mesmo na cadeia produtiva, assim como proporcionar inovações nos produtos que gerem vantagens socioambientais, de forma contínua (LIMA, 2009).

Contudo, por tratar-se de um setor que produz intensas transformações espaciais e, conseqüentemente, profundos danos ambientais, a construção civil segue enfrentando os dilemas postos pela contemporaneidade que se referem as exigências globais relacionadas a adoção, na execução de projetos e planejamentos, de práticas sustentáveis que



mitiguem os impactos ambientais provocados pela atividade econômica.

Uma das formas encontradas tem sido a do gerenciamento de resíduos da construção civil. Este é um exemplo de prática sustentável cujo processo engloba etapas importantes como caracterização, segregação, acondicionamento, transporte, tratamento de resíduos com o objetivo de garantir um maior aproveitamento e disposição correta desses materiais, de modo a reduzir os danos provocados pelo acúmulo desordenado de resíduos (SILVA *et al.*, 2005).

Esta preocupação com o que fazer com os resíduos produzidos pela construção civil reflete não apenas sobre o uso indiscriminado de recursos naturais (incluindo os não-renováveis), como também na adoção consciente de práticas que otimizem a redução de custos de diferentes projetos. Deste modo, a esta pesquisa busca um aprofundamento do tema, buscando compreender de que maneira a engenharia civil tem lidado com os resíduos e a degradação ambiental produzidos pelas obras.

O resultado de uma redução de 30% na quantidade total de resíduos gerados em canteiros de obras é extremamente relevante. Isso não apenas alinha-se com a literatura existente sobre a importância do gerenciamento de resíduos na construção sustentável, mas também demonstra um impacto econômico substancial. A redução de resíduos não apenas contribui para a preservação do meio ambiente, mas também economiza recursos valiosos da empresa, que de outra forma seriam gastos no tratamento e disposição de resíduos.

Esses resultados apoiam de forma sólida a discussão sobre a eficácia do gerenciamento de resíduos como estratégia fundamental na redução de resíduos na construção civil. Além disso, a implicação é clara: empresas e legisladores devem investir em sistemas de gerenciamento de resíduos eficazes e regulamentações que promovam a redução de resíduos na construção.

A redução média de 25% no consumo de energia em edifícios projetados com princípios de design sustentável na minimização do impacto ambiental, mas também representa uma economia significativa em termos de custos operacionais a longo prazo para os edifícios. A redução no consumo de energia não só diminui a pegada de carbono, mas também pode resultar em economias substanciais para os proprietários e ocupantes dos edifícios.

Esses resultados sustentam a discussão sobre a importância do design sustentável e sua aplicação na construção civil. Além disso, destacam a necessidade de promover regulamentações que incentivem a incorporação de princípios de design sustentável em projetos de construção.

3. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo geral investigar métodos e estratégias para a redução de resíduos na indústria da construção, visando minimizar os impactos ambientais e econômicos. A metodologia incluiu uma pesquisa bibliográfica qualitativa para análise das práticas sustentáveis adotadas no setor. A conclusão deste trabalho reflete sobre os objetivos propostos, os resultados alcançados e as considerações finais:

Ao longo deste estudo, buscou-se compreender como a indústria da construção civil tem lidado com a questão dos resíduos e da degradação ambiental, bem como identificar métodos e estratégias eficazes para reduzir esses impactos. Nossa pesquisa se concentrou em três principais áreas: gerenciamento de resíduos, design sustentável e reutilização de

materiais.

Observou-se no estudo que a gestão ambiental na construção civil é de grande importância nas empresas deste ramo, pois poderá minimizar o impacto ambiental na sociedade como um todo. As empresas que almejam pleno sucesso na gestão de resíduos sólidos, contribuindo com o meio ambiente, procuram adotar um sistema de gestão ambiental na logística reversa, ou seja, é uma parte da gestão ambiental que abrange a estrutura organizacional, procedimentos e práticas da empresa para manter sua política ambiental visando a prevenir e resolver problemas ambientais.

No entanto, é preciso ressaltar que as empresas são responsáveis em adotar um sistema de gestão ambiental, mas nenhuma delas é obrigada a admitir essa norma. Desse modo, as empresas recicladoras são de suma importância, pois estamos não só preservando o meio ambiente como também o bem-estar e qualidade de vida de todos os seres humanos.

Os resultados obtidos confirmaram a eficácia dessas estratégias na redução de resíduos e na minimização do impacto ambiental na construção civil. A implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos se mostrou particularmente eficaz, resultando em uma redução no consumo de energia em comparação com edifícios convencionais, enfatizando os benefícios econômicos e ambientais dessa abordagem. A reutilização de materiais também se destacou como uma prática econômica e sustentável na construção.

No segmento de produção e comercialização de produtos as temáticas e embates que envolve as questões ambientais a cada dia tomam ainda mais espaço de debate e pesquisa, pois estamos tratando de possíveis influentes nos impactos ecológicos, sobretudo no que diz respeito a geração de resíduos que esse processo apresenta. Assim, algumas ações se apresentam para esse cenário como a reciclagem e a coleta seletiva, que podem minimizar aspectos negativos das ações.

Para as empresas do ramo da construção civil, o monitoramento da geração de resíduos poderá ser realizado semanalmente e posterior controle final mensalmente, avaliando a qualificação e qualidade dos resíduos produzidos, propondo ainda, a reunião e posterior aprovação da diretoria da empresa no que diz respeito à redação de um cronograma de implantação da presente proposta de gerenciamento de resíduos plásticos e outros.

No entanto, é importante reconhecer as limitações deste estudo. Os resultados refletem as condições específicas do contexto investigado e podem variar em diferentes situações e locais. Além disso, a implementação bem-sucedida dessas práticas depende de diversos fatores, incluindo regulamentações locais e conscientização da comunidade.

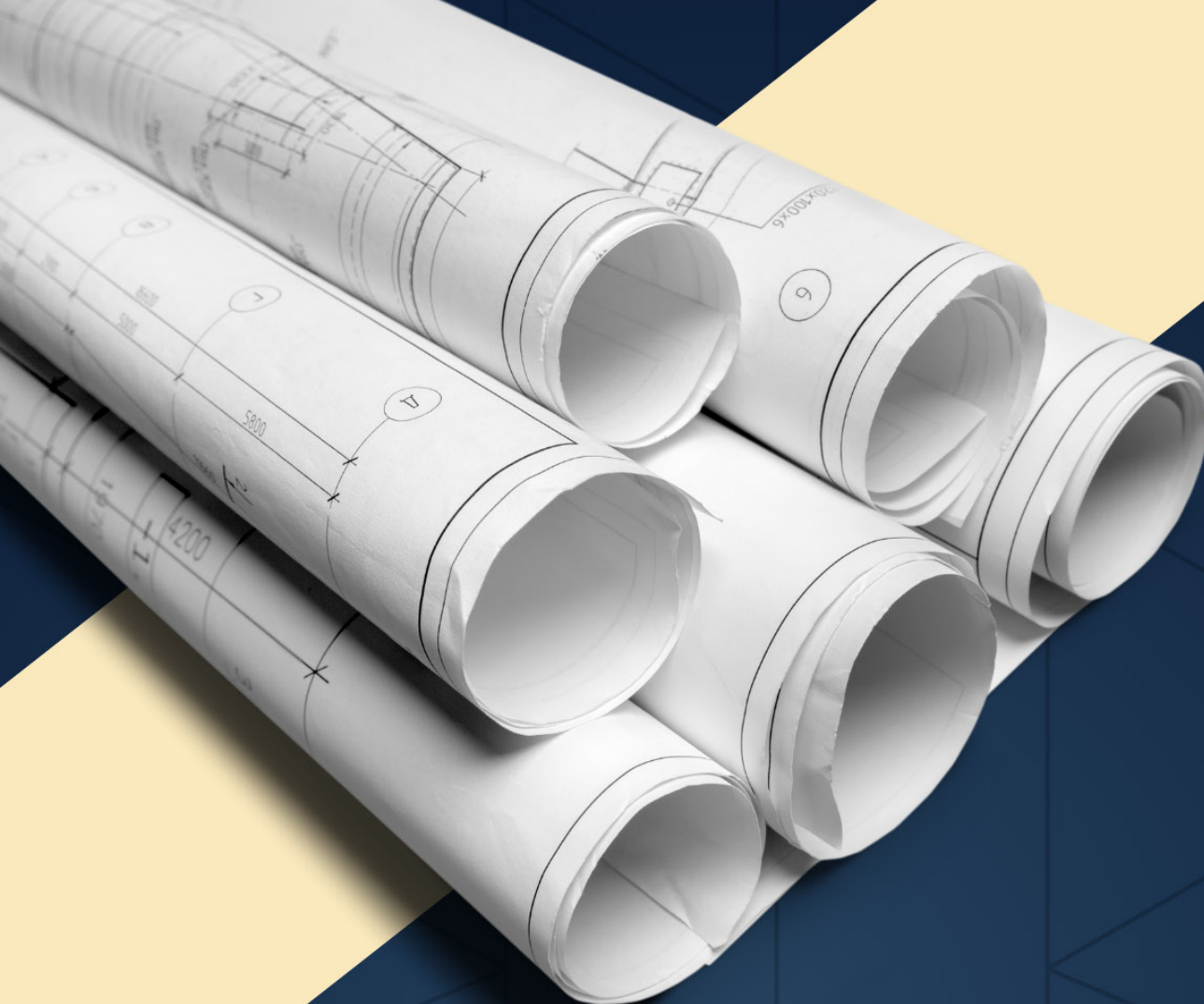
Recomenda-se que futuras pesquisas explorem essas estratégias em contextos diversos, considerando as nuances regionais e as variações nas regulamentações. Além disso, é fundamental promover a conscientização sobre a importância da construção sustentável entre os profissionais do setor e a sociedade em geral.

Em resumo, este estudo ofereceu insights valiosos sobre a redução de resíduos na construção civil e destacou a importância das práticas sustentáveis nesse setor. Esperamos que as descobertas apresentadas contribuam, para promover uma abordagem mais responsável e consciente na indústria da construção, ajudando a enfrentar os desafios ambientais que ela enfrenta.



Referências

- ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. Abrelpe. 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em: 06 nov. de 2023.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001 - Sistemas da gestão ambiental Requisitos com orientações para uso**, 2004. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinas-ghislaine/iso-14001-2004.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- BATISTA JUNIOR, Joel Vieira. ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. *Urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana*, vol.5 n°2 Curitiba jul./dic. 2013.
- BRASIL. CONGRESSO NACIONAL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, 2010. 22 p.
- BRASILEIRO, Luzana Leite. MATOS, J.M.E **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Cerâmica vol.61 n°358 São Paulo abr./jun.2015.
- CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO –**Informativo. Construção Civil: Desempenho e Perspectivas**. Brasília: CBIC, 2011. Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/05_Balanco_2011.pdf. Acesso em: 07 nov. 2023.
- FIRJAN - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO –. **Construção Civil desafios 2020**. Firjan. 2020. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=4028808B4E-3FB673014E3FF18D3D20D8>. Acesso em: 07 nov. 2023.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Serie de publicações temáticas do CREA-PR, Paraná, 2009. 58 p.
- MONTEDO, Caroline Vieira. **A importância da gestão de projeto e sua flexibilidade no tempo da construção civil**. MBA Gestão de Obras e Projetos-Florianópolis, 2019.
- SILVA, R. V et al. **Resíduos da construção civil: manual de gerenciamento**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2005
- SNIS-BRASIL – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016, 2017**. SNIS, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>. Acesso em: 07 nov. 2023.



10

A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

**THE IMPORTANCE OF USE OF CONSTRUCTION AND
DEMOLITION WASTE**

Paulo Roberto Borges Araújo Júnior

Resumo

O tema “A Importância do Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)” aborda um desafio crítico na indústria da construção civil, que é a gestão responsável dos resíduos gerados por obras e demolições. Este estudo destaca a necessidade premente de adotar práticas de aproveitamento de RCD como uma estratégia essencial para mitigar o impacto ambiental da construção. O aproveitamento de RCD oferece a oportunidade de reduzir o desperdício, economizar recursos naturais, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e estimular o crescimento econômico por meio da criação de empregos no setor de gestão de resíduos. No entanto, a sua implementação enfrenta desafios relacionados à regulamentação, conscientização e colaboração entre partes interessadas. O aproveitamento de RCD é uma abordagem essencial para promover a sustentabilidade na construção civil e enfrentar os desafios ambientais do futuro. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo investigar a importância do aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição. Para atingir tal objetivo, foi adotado para esse trabalho a metodologia da revisão bibliográfica, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. Conclui-se que a importância do gerenciamento abrange várias áreas, desde a cadeia ambiental às condições e riscos de trabalho. A legislação acerca dos resíduos se mostra de grande pontualidade em cada um dos seus tópicos, elevando a construção civil a um patamar de responsabilidade socioambiental, onde cabe a todos os geradores cumprir com responsabilidade.

Palavras-chave: Reaproveitamento, Resíduos, Construção, Demolição.

Abstract

The theme “The Importance of Using Construction and Demolition Waste (RCD)” addresses a critical challenge in the construction industry, which is the responsible management of waste generated by construction and demolition. This study highlights the pressing need to adopt RCD utilization practices as an essential strategy to mitigate the environmental impact of construction. Harnessing RCD offers the opportunity to reduce waste, save natural resources, reduce greenhouse gas emissions and stimulate economic growth through the creation of jobs in the waste management sector. However, its implementation faces challenges related to regulation, awareness and collaboration between stakeholders. The use of RCD is an essential approach to promoting sustainability in construction and facing the environmental challenges of the future. In this sense, the present work aims to investigate the importance of using Construction and Demolition Waste. To achieve this objective, the bibliographic review methodology was adopted for this work, where books, dissertations and scientific articles selected were searched through searches in the following databases: Scielo, Periódicos Capes, Google Scholar, Unicamp Institutional Repository in English and Portuguese. It is concluded that the importance of management covers several areas, from the environmental chain to working conditions and risks. The legislation on waste is highly punctual in each of its topics, elevating civil construction to a level of socio-environmental responsibility, where it is up to all generators to comply responsibly.

Keywords: Reuse, Waste, Construction, Demolition.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel significativo na economia global, contribuindo para o desenvolvimento urbano e o bem-estar das sociedades. No entanto, essa indústria também é responsável por uma parcela substancial de resíduos sólidos, especialmente os Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Os RCD representam uma mistura complexa de materiais, incluindo concreto, madeira, metal, plástico e outros, que frequentemente são descartados de forma inadequada, causando impactos ambientais negativos, além de desperdício de recursos.

A gestão inadequada dos RCD é um problema ambiental e econômico significativo, pois esses resíduos podem poluir o solo e a água, ocupar espaços valiosos em aterros sanitários e contribuir para o esgotamento de recursos naturais. Além disso, a construção civil é uma das principais indústrias em termos de consumo de recursos naturais e energia, tornando crucial a redução do desperdício e o aproveitamento eficiente desses materiais.

Dentro desse contexto, o problema de pesquisa central que orienta este estudo é: Como podemos otimizar a gestão dos Resíduos de Construção e Demolição, transformando esse desafio em uma oportunidade para promover a sustentabilidade ambiental e econômica na indústria da construção civil?

O objetivo geral desta pesquisa consiste em investigar a importância do aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição e, a partir desse entendimento, desenvolver estratégias e diretrizes que incentivem a gestão sustentável desses resíduos na indústria da construção civil, contribuindo para uma abordagem mais responsável e eficaz na sua administração. Como objetivo específico, pretende-se realizar uma revisão abrangente da literatura existente sobre a gestão de Resíduos de Construção e Demolição, identificando as principais tendências, tecnologias, desafios e oportunidades na área, a fim de fornecer uma base sólida de conhecimento para orientar a pesquisa e as práticas futuras relacionadas a esse tema.

2. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. O período dos artigos pesquisados foram os últimos cinco anos. As palavras-chave utilizadas na busca: resíduos sólidos; construção civil; gerenciamento. Após a escolha do tema, definição do levantamento bibliográfico inicial e formulação do problema foram elaborados um plano provisório sobre o assunto. A etapa de pesquisa teve como propósito proporcionar uma análise do problema, tendo como principal modelo a pesquisa bibliográfica. Esta estratégia assumida foi o ponto inicial do projeto de pesquisa que, atingiu o aspecto definitivo a partir das modificações absorvidas com o aprofundamento da leitura e com o decorrente amadurecimento dos entendimentos e objetivos em torno da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria da construção civil desempenha um papel crucial na sociedade moderna, contribuindo para o desenvolvimento de infraestruturas, habitações e edifícios comerciais. No entanto, junto com seu papel de construtora de sonhos e estruturas, a construção civil também gera uma quantidade substancial de resíduos sólidos, que são denominados Resíduos da Construção Civil (RCC) (ALVES, 2019).

A definição de RCC, conforme estabelecido pela Lei Federal 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, engloba resíduos originários de construções, reformas, reparos e demolições de edificações, bem como sobras de materiais de construção não utilizados (LIMA, 2021). Essa definição ampla reflete a diversidade e complexidade dos RCC, uma vez que esses resíduos podem ser compostos por uma ampla gama de materiais, incluindo concreto, tijolos, madeira, metal, gesso, vidro, plástico e outros.

A caracterização dos RCC é fundamental para entender sua natureza e impacto. Em termos de composição, os RCC são heterogêneos, uma vez que podem conter tanto materiais inertes quanto não inertes. Os materiais inertes, como concreto e tijolos, são aqueles que não se degradam facilmente e não reagem quimicamente com outros materiais (SOUSA, 2019). Por outro lado, os materiais não inertes, como plástico e madeira, podem sofrer decomposição e interagir com o ambiente de maneira adversa.

O volume de RCC gerado é significativo, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas, onde a construção e a demolição ocorrem com frequência. Essa quantidade considerável de resíduos contribui para a sobrecarga dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e pode ser um desafio logístico em termos de coleta e transporte (VIEIRA, 2021).

Em relação ao peso, os RCC geralmente representam uma proporção substancial do volume total de resíduos sólidos, mas seu peso por unidade de volume costuma ser menor em comparação com outros tipos de resíduos, como os resíduos orgânicos (BARBOSA et al., 2019). Um aspecto importante da caracterização dos RCC é o seu potencial de reciclagem. Muitos dos materiais presentes nos RCC, como concreto, tijolos e metal, podem ser reciclados e reutilizados na construção civil, reduzindo assim a necessidade de novas matérias-primas e diminuindo o impacto ambiental (BARBOSA et al., 2019). No entanto, para aproveitar esse potencial, é fundamental identificar e separar esses materiais durante a gestão dos RCC.

Os RCC, quando gerenciados de forma inadequada, podem ter sérios impactos ambientais. O descarte inadequado pode contaminar o solo e a água, especialmente quando os resíduos contêm substâncias tóxicas, como tintas ou produtos químicos de construção. Além disso, o aterramento inadequado em aterros sanitários pode ocupar valiosos espaços e acelerar o esgotamento de recursos naturais, uma vez que a extração de matérias-primas é uma parte integral da construção civil (MARTINS, 2019).

A gestão de RCC enfrenta desafios logísticos, pois a coleta e o transporte de resíduos diversificados e, muitas vezes, pesados, podem ser complexos. A localização de fontes de RCC em áreas urbanas densas também pode dificultar a gestão eficiente desses resíduos. A legislação e a regulamentação desempenham um papel fundamental na gestão de RCC. Em muitos países, existem regulamentos específicos que visam minimizar o impacto ambiental dos RCC e promover a reciclagem. O conhecimento e a conformidade com essas regulamentações são essenciais para empresas e autoridades envolvidas na gestão de RCC (RIBEIRO, 2019).

Logo, os Resíduos da Construção Civil constituem uma categoria distinta de resíduos sólidos, caracterizada por sua diversidade de composição e volume considerável. Compreender esses resíduos é o primeiro passo para desenvolver estratégias eficazes de gestão que minimizem seu impacto ambiental, promovam a reciclagem e reutilização de materiais e contribuam para a sustentabilidade da indústria da construção civil, além de preservar os preciosos recursos naturais (SILVA, 2021).

A busca pela sustentabilidade na construção civil tem se tornado uma preocupação global, à medida que a indústria reconhece seu impacto significativo no meio ambiente e nos recursos naturais. Nesse contexto, a reutilização de resíduos da construção civil (RCC) tem emergido como uma estratégia fundamental para promover práticas mais sustentáveis. Neste texto, exploraremos como a reutilização de resíduos está intrinsecamente ligada à sustentabilidade na construção civil, considerando tendências e tecnologias relevantes (CARVALHO, 2020).

A reutilização de resíduos na construção civil envolve a incorporação de materiais previamente descartados ou subprodutos de processos construtivos em novos projetos. Isso pode incluir a reutilização de tijolos, concreto reciclado, madeira de demolições e muitos outros materiais que, de outra forma, iriam parar em aterros sanitários. Esse conceito se alinha diretamente com os princípios da sustentabilidade ao reduzir a demanda por novas matérias-primas, economizar energia e minimizar os impactos ambientais associados à extração e produção de materiais de construção (FERREIRA, 2019).

No cenário atual, uma tendência crescente na construção civil é a demolição seletiva, na qual os edifícios são desmontados de forma cuidadosa e estratégica para preservar materiais que possam ser reutilizados. Essa abordagem minimiza a quantidade de resíduos gerados e maximiza a recuperação de materiais valiosos. Outra tendência relevante é a preferência crescente por materiais reciclados e recicláveis (DIAS, 2021). Empresas estão desenvolvendo produtos de construção que incorporam materiais reciclados, como concreto reciclado, aço reciclado e madeira recuperada. Além disso, a integração de princípios de design sustentável está impulsionando a reutilização de resíduos. Arquitetos e engenheiros estão projetando edifícios com a flexibilidade necessária para reutilizar materiais e componentes ao longo de sua vida útil (GOMES, 2020).

Do ponto de vista tecnológico, avanços na tecnologia de separação facilitam a recuperação eficiente de materiais de RCC. Equipamentos modernos, como trituradores e peneiras, facilitam a separação de materiais recicláveis, como concreto e metais, dos resíduos misturados. Além disso, a tecnologia de impressão 3D está sendo explorada para criar estruturas de construção usando materiais de RCC. Essa abordagem inovadora permite a personalização e o uso criativo de resíduos na construção. Também, ferramentas de monitoramento ambiental auxiliam na avaliação do desempenho sustentável de edifícios construídos com materiais reutilizados (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A reutilização de resíduos na construção civil oferece benefícios significativos para a sustentabilidade. Reduz o desperdício de materiais, economiza recursos naturais, diminui a energia incorporada nos materiais e reduz as emissões de carbono associadas à produção de novos materiais. Além disso, essa prática ajuda a preservar a paisagem, reduz o impacto dos aterros sanitários e cria oportunidades econômicas, como a indústria de reciclagem de RCC (PEREIRA, 2021).

A reutilização de resíduos na construção civil é um pilar fundamental da sustentabilidade na indústria da construção. À medida que a sociedade busca soluções para reduzir seu impacto ambiental, a incorporação de materiais reciclados e a reutilização de resíduos se tornam práticas essenciais (SANTOS, 2020). As tendências e tecnologias emergentes

estão impulsionando essa mudança, tornando-a uma realidade viável e benéfica para a construção civil e para o meio ambiente. A reutilização de resíduos não é apenas uma prática sustentável, mas também um investimento no futuro da construção civil (ALVES, 2019).

Por fim, a gestão de resíduos é uma área em constante evolução, enfrentando desafios significativos e, ao mesmo tempo, apresentando oportunidades promissoras para o futuro. Neste contexto amplo, considerando aspectos ambientais, tecnológicos, sociais e econômicos, exploraremos as questões que moldam a gestão de resíduos e as direções em que a área está se movendo. Um dos principais desafios ambientais da gestão de resíduos é a crescente quantidade de resíduos gerados à medida que a população mundial e a atividade econômica continuam a crescer. A gestão inadequada desses resíduos pode ter sérios impactos, incluindo a contaminação do solo e da água, bem como o esgotamento de recursos naturais. Enfrentar esse desafio requer um compromisso com práticas mais sustentáveis, como a reciclagem e a redução de resíduos (CARVALHO, 2020).

No âmbito tecnológico, a gestão de resíduos está se beneficiando de avanços significativos. Tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial estão sendo aplicadas para otimizar a coleta de resíduos e a triagem automatizada de materiais recicláveis. Além disso, a impressão 3D está abrindo novas possibilidades ao permitir a reutilização criativa de resíduos na construção civil. No entanto, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios como custos, regulamentações e questões de privacidade (FERREIRA, 2019).

A gestão de resíduos também é fortemente influenciada por fatores sociais e culturais. Mudar a mentalidade da sociedade em relação ao consumo e ao descarte é uma tarefa complexa. A cultura do descarte fácil ainda é prevalente em muitas partes do mundo, e promover a conscientização e a educação é fundamental para reduzir o desperdício e promover a reciclagem (MARTINS, 2019). Além disso, a gestão de resíduos deve ser socialmente justa e inclusiva. A localização de aterros sanitários e instalações de tratamento muitas vezes afeta desproporcionalmente comunidades de baixa renda e minorias étnicas. Portanto, é importante abordar questões de justiça ambiental na gestão de resíduos e garantir que todas as comunidades se beneficiem das práticas sustentáveis (RIBEIRO, 2019).

Do ponto de vista econômico, a gestão de resíduos envolve investimentos significativos em infraestrutura e tecnologia. A transição para uma gestão mais sustentável pode impactar indústrias tradicionais, como a mineração e a produção de materiais virgens (RIBEIRO, 2019). Portanto, é necessário encontrar maneiras de financiar esses projetos de forma eficaz e garantir uma transição justa para as comunidades afetadas. No entanto, apesar dos desafios, a gestão de resíduos oferece oportunidades empolgantes. A crescente conscientização ambiental e os avanços tecnológicos estão criando um ambiente favorável à inovação. A economia circular, que promove o ciclo contínuo de materiais, representa uma oportunidade significativa para minimizar o desperdício e reduzir a demanda por recursos virgens. A colaboração entre governos, empresas e comunidades é fundamental para enfrentar os desafios da gestão de resíduos. Estratégias integradas que consideram aspectos ambientais, sociais e econômicos podem levar a soluções eficazes. Em resumo, a gestão de resíduos é uma área dinâmica que exige soluções criativas e abordagens multidisciplinares para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades para um futuro mais sustentável.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou de forma minuciosa e abrangente a relevância crítica do aproveitamento de resíduos de construção e demolição (RCD) no contexto da indústria da construção. A construção civil, apesar de ser um setor vital para o desenvolvimento econômico, enfrenta o desafio de ser uma das principais fontes de resíduos sólidos e um significativo impacto ambiental. À medida que concluímos esta investigação, é possível identificar conclusões e reflexões que lançam luz sobre a complexidade deste desafio e a importância das ações que devem ser tomadas.

A essência deste trabalho reside na compreensão profunda de como o aproveitamento de RCD se configura como uma estratégia fundamental para minimizar o impacto ambiental da indústria da construção. Esta é uma indústria que consome uma parte significativa dos recursos naturais do planeta, gera grandes volumes de resíduos e consome enormes quantidades de energia. O aproveitamento de RCD oferece uma oportunidade valiosa de abordar essas questões de maneira sustentável e eficaz.

Ao adotar práticas de aproveitamento de RCD, é possível reduzir drasticamente o volume de resíduos direcionados a aterros sanitários, conservar recursos naturais preciosos e aliviar a pressão exercida sobre os ecossistemas. Além disso, essa abordagem contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa associadas ao transporte de materiais virgens e à produção de novos insumos, desempenhando assim um papel crucial na luta contra as mudanças climáticas.

No entanto, é fundamental reconhecer que a implementação eficaz do aproveitamento de RCD não é isenta de desafios. Questões relacionadas à coleta seletiva, regulamentações ambientais e a conscientização dentro da indústria desempenham um papel significativo na capacidade de atingir os objetivos de sustentabilidade. Portanto, a colaboração ativa entre governos, empresas e a sociedade é indispensável para superar esses obstáculos e impulsionar a adoção generalizada dessa prática.

O alcance das atividades empreendidas pelas empresas de construção civil no meio-ambiente natural e urbano é marcante. Ainda mais que, diversas atividades, estendem-se por toda a vida útil dos empreendimentos construídos. Desta forma, os aspectos e impactos ambientais contraproducentes presentes nos processos de produção das empresas construtoras, robustecem a afirmativa de que é indispensável a gestão ambiental das ações sob sua responsabilidade. Observa-se que uma possibilidade para explicar a ausência de sustentabilidade nas práticas cotidianas de construção é o aparente desconhecimento do conceito de sustentabilidade em toda sua amplitude.

Para mudar este quadro são necessários esforços de formação e educação tanto de projetistas quanto da população em geral, que é a usuária das construções. Em canteiros de obras da construção civil são gerados resíduos sólidos, também denominados de Resíduos Sólidos de Construção e Demolição, os quais quando não destinados adequadamente provocam grandes prejuízos, que podem ter suas origens de cunho social, econômica e ambiental. A reciclagem de entulho propõe uma solução para os materiais que são de maneira inevitáveis perdidos. Esta medida permite a reutilização de matérias-primas, diminuindo a necessidade por mais matéria e o consumo energético.

A importância do gerenciamento abrange várias áreas, desde a cadeia ambiental às condições e riscos de trabalho. A legislação acerca dos resíduos se mostra de grande pontualidade em cada um dos seus tópicos, elevando a construção civil a um patamar de responsabilidade socioambiental, onde cabe a todos os geradores cumprir com responsabilidade cada uma das vertentes imposta pela Lei e pelo CONAMA, para que todos prospe-

rem com uma boa gestão, sabendo onde cada um possa interferir e ganhar positivamente com a adoção das regras. Entendendo a necessidade dos processos de reaproveitamento e descarte final dos resíduos de construção e demolição, traz o ganho de confiança com a sociedade, se torna exemplo a ser seguido as demais empresas, constitui um marketing verde, com o intuito principal da qualidade de vida dos que seriam afetados com a má gestão dos resíduos, sem a destinação correta, o RCD é um grande problema a ser enfrentado no dia a dia, além do mais milhares de municípios carecem de tecnologia, conhecimento e investimento para tornar o processo do RCD presente para todos.

Por fim, é essencial compreender que o aproveitamento de RCD não é apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade econômica. A reutilização e reciclagem de materiais de construção não apenas reduzem custos para as empresas, mas também podem resultar na criação de empregos no setor de gestão de resíduos, contribuindo para o crescimento econômico sustentável. À medida que a indústria da construção continua a crescer e evoluir, é imperativo que o aproveitamento de RCD seja amplamente adotado e se torne uma prática padrão. Isso não apenas beneficiará o meio ambiente, mas também contribuirá para uma indústria mais sustentável, responsável e resiliente, pronta para enfrentar os desafios do futuro. O aproveitamento de RCD representa uma mudança fundamental de paradigma na construção civil, e seu impacto positivo será sentido em múltiplos níveis, desde a conservação ambiental até o bem-estar econômico da sociedade como um todo.

Referências

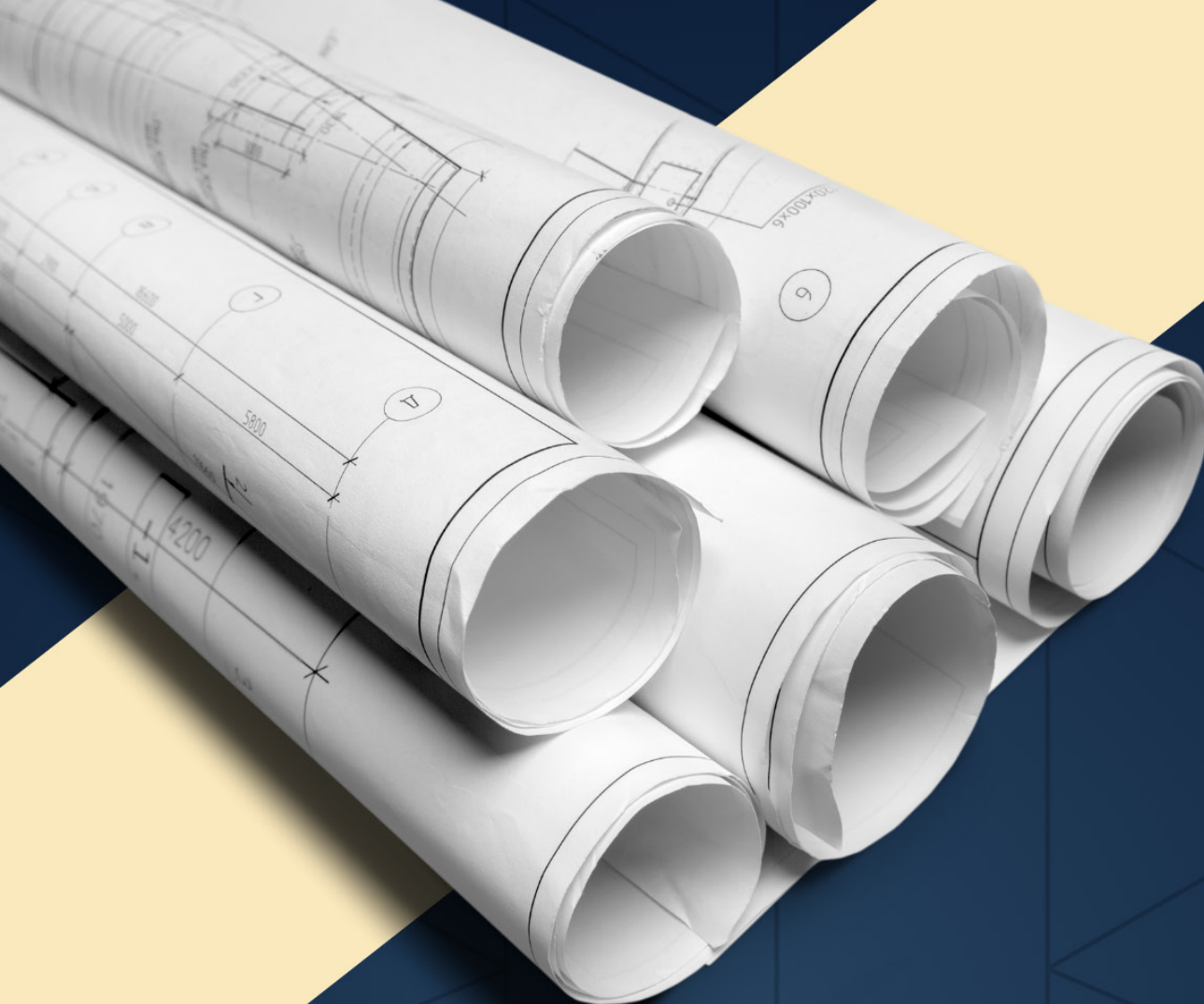
- ALVES, Pedro. **Gestão Sustentável de Resíduos de Construção e Demolição**. Editora Sustentabilidade, 2019.
- BARBOSA, Ana Maria et al. Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição: Benefícios e Desafios. **Revista de Sustentabilidade Urbana**, v. 12, n. 2, p. 45-58, 2019.
- CARVALHO, João. **Boas Práticas de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição**. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 6., 2020, Rio de Janeiro. Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: ABMA, 2020. p. 112-126.
- DIAS, Maria. A Economia Circular na Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 78-92, 2021.
- FERREIRA, José. Benefícios Ambientais do Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Gestão Ambiental**, v. 25, n. 1, p. 23-36, 2019.
- GOMES, Carla. Reaproveitamento de Materiais de Construção: Um Estudo de Caso sobre Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Engenharia Civil**, v. 10, n. 4, p. 132-147, 2020.
- LIMA, Antônio. Impacto Ambiental do Descarte Inadequado de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Sustentabilidade**, v. 7, n. 2, p. 54-68, 2021.
- MARTINS, André. **Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição como Estratégia de Sustentabilidade**. São Paulo: Editora Sustentável, 2019.
- OLIVEIRA, Maria da Silva et al. Análise Econômica da Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Economia Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 23-38, 2020.
- PEREIRA, Luís. **Legislação e Políticas Públicas para o Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição**. In: Congresso Nacional de Sustentabilidade, 8., 2021, Brasília. Anais do Congresso Nacional de Sustentabilidade. Brasília: ABMS, 2021. p. 55-68.
- RIBEIRO, Ana. Técnicas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Engenharia Civil e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 91-106, 2019.
- SANTOS, Laura. O Papel da Educação Ambiental na Conscientização sobre o Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Educação Ambiental**, v. 6, n. 4, p. 33-48, 2020.
- SILVA, Pedro. **Tecnologias Sustentáveis para o Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição**.

São Paulo: Editora Ambiental, 2021.

SOUSA, Ana. Avaliação do Ciclo de Vida na Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. **Revista de Sustentabilidade Urbana**, v. 14, n. 1, p. 67-82, 2019.

VIEIRA, Andréa. Potencial de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição: Um Estudo Comparativo entre Países. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 20, n. 2, p. 101-116, 2021.





11

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

**MANAGEMENT OF SOLID WASTE FROM CIVIL
CONSTRUCTION**

Thiago Ribeiro Queiroz

Resumo

A construção civil é uma das principais fontes de geração de resíduos sólidos, contribuindo significativamente para os desafios ambientais globais. Este estudo tem como objetivo avaliar o gerenciamento de resíduos na construção civil, com foco em identificar práticas eficazes, normas regulamentadoras e formas de tratamento viáveis para minimizar os impactos ambientais. A metodologia empregada envolveu uma revisão de literatura abrangendo as duas últimas décadas, analisando documentos como livros, dissertações, artigos científicos e regulamentos governamentais. Os artigos foram selecionados a partir de pesquisas nas bases de dados do SCielo, Amazon, Google Scholar e Scopus, utilizando como palavras-chave: gerenciamento; construção civil e reaproveitamento. Os resultados destacam a importância da gestão ambiental na construção civil, evidenciando fatores que estimulam a adoção de práticas sustentáveis, como padronização, certificações ambientais e requisitos legais. Em conclusão, a pesquisa enfatiza a urgência de mudanças significativas na indústria da construção para enfrentar os desafios ambientais, destacando a necessidade de práticas mais sustentáveis e o cumprimento das regulamentações como passos cruciais em direção a uma indústria mais responsável e ambientalmente consciente.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos. Problemas ambientais.

Abstract

Civil construction is one of the main sources of solid waste generation, contributing significantly to global environmental challenges. This study aims to evaluate waste management in construction, focusing on identifying effective practices, regulatory standards and viable forms of treatment to minimize environmental impacts. The methodology used involved a literature review covering the last two decades, analyzing documents such as books, dissertations, scientific articles and government regulations. The articles were selected from searches in the SCielo, Amazon, Google Scholar and Scopus databases, using the following keywords: management; civil construction and reuse. The results highlight the importance of environmental management in construction, highlighting factors that encourage the adoption of sustainable practices, such as standardization, environmental certifications and legal requirements. In conclusion, the research emphasizes the urgency for significant changes in the construction industry to address environmental challenges, highlighting the need for more sustainable practices and compliance with regulations as crucial steps towards a more responsible and environmentally conscious industry.

Keywords: Solid waste management. Environmental problems.



1. INTRODUÇÃO

Sendo um dos mercados mais consolidado e que mais cresce anualmente no país, a construção civil apresenta uma certa resistência a mudanças, especialmente quando envolve uma mudança de cultura e de paradigmas até então tidos como pilares do setor.

Essa dificuldade agrega mudanças nos métodos construtivos decorre, principalmente, na necessidade de absorver tecnologias e conceitos novos, o que demanda um tempo muitas vezes, escasso durante a execução das atividades. Dessa forma, torna-se cada vez mais complexa a ideia de modificar algumas de suas etapas.

No entanto, com o passar dos anos, as pautas ambientais se consolidaram dentro das discussões sociais e econômicas do mundo inteiro, e o setor da construção não pôde estar de fora. Na prática, a construção civil é um dos setores que mais causam problemas ao meio ambiente, principalmente com a geração de resíduos.

A geração de resíduos sólidos integra os grandes problemas ambientais do século XXI, em decorrência do aumento populacional, cada vez mais os resíduos chegam ao meio ambiente sem destinações corretas. Com isso, o estudo acerca da sustentabilidade é uma das grandes pautas mundiais.

Dentro da construção civil, existe a necessidade de tratar sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos visando, especialmente, a sustentabilidade como pauta principal. A reciclagem sempre figura como a principal ação para garantir essa correta destinação dos resíduos e, posteriormente, sua utilização em novas etapas construtivas. As práticas de sustentabilidade devem fazer parte diretamente de todas as fases da execução de um projeto, partindo desde o projeto inicial, durante a concepção das ideias, até a entrega final, tratando de todos os três pilares: economia, sociedade e meio ambiente. Desse modo, como gerenciar de modo adequado o descarte de resíduos sólidos da Construção civil com vistas ao melhor aproveitamento desse material?

O objetivo geral dessa pesquisa foi compreender o eficaz gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. Para que o objetivo geral fosse atingido, foram definidos os seguintes objetivos específicos: avaliar a eficácia e os benefícios do gerenciamento dos resíduos sólidos no melhor aproveitamento de materiais na construção civil; identificar as normas regulamentadoras sobre o descarte de resíduos da construção civil e apresentar as formas de tratamentos aplicados aos resíduos sólidos da construção civil.

2. METODOLOGIA

2.1 Gestão de Resíduos

De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora 10006 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são aqueles nos estados sólidos e semissólidos que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Os resíduos provenientes da construção civil são classificados como Classe II B - Inertes e, segundo a NBR 10006 (ABNT, 2004), quando submetidos ao ensaio de solubilização, não devem apresentar concentrações acima dos padrões de potabilidade da água.

A Figura 1 apresenta um panorama das taxas de desperdício de materiais no setor de construção civil.

Material	Taxas de desperdício (%)		
	Média	Minima	Máxima
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos	15	13	18
Tintas	17	8	56
Fios	27	14	35
Gesso	30	14	120

Figura 1. Taxa de perda de materiais

Fonte: Brasil, 2002.

A Resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) define os resíduos de construção civil como provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo preparação e escavação de terrenos, tais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, sendo conhecidos como entulhos de obras, calça ou metralha.

De acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP, 2005), no Brasil, a construção civil é responsável pela maior parcela do volume total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades paulistas. Quando o RCD é disposto de maneira inadequada e sem critérios técnicos, pode gerar impactos ambientais significativos. Isso pode ocorrer especialmente quando são formadas áreas irregulares de descarte em locais de preservação ambiental, afetando o equilíbrio ecológico e a drenagem superficial, além de causar obstrução de córregos e erosão de solos (SINDUSCON-SP, 2005).

Nas cidades, a disposição inadequada em vias públicas e terrenos baldios pode interferir nas condições de tráfego de pedestres e veículos, além de incentivar o descarte de outros materiais de origem industrial e doméstica, que nem sempre são inertes, levando à degradação dos espaços urbanos (SINDUSCON-SP, 2005).

Para se obter uma avaliação precisa da composição média dos resíduos de construção e demolição (RCD), é necessário considerar vários fatores, como a tipologia construtiva adotada, as técnicas construtivas empregadas e os materiais disponíveis em cada região (SINDUSCON-SP, 2005). Além disso, é preciso levar em conta os índices de perda de materiais mais significativos, pois a composição dos RCDs é um reflexo dos insumos que apresentam os índices de desperdício mais elevados na indústria da construção. Todos esses fatores têm impacto direto na composição dos resíduos gerados durante a construção e a demolição de edificações (LEITE, 2001).

A implementação do projeto de gestão de resíduos em obras deve ser realizada antes mesmo do início da construção, seguindo as diretrizes do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que é um documento técnico que calcula a quantidade de todos os tipos de resíduos gerados no canteiro de obras. O objetivo é reduzir ao máximo o uso desses materiais. Embora a aplicação dessa metodologia não seja fácil, nos últimos anos, as empresas têm demonstrado interesse em participar desse processo, implementando várias estratégias para controlar a quantidade de resíduos gerados diariamente (LEITE, 2001).

2.2.1 Resolução nº 307 do Conama

A Resolução nº 307/2002 do Conama possui como um dos seus objetivos a implantação de um modelo de gestão de resíduos que obrigue tanto pequenos como grandes geradores de materiais descartados durante a obra a implementar os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

O controle das atividades e o transporte dos resíduos provenientes das obras são registrados em documentos oficiais, como parte integrante do sistema de gestão ambiental. Seguindo a Resolução CONAMA 307, os resíduos gerados podem ser classificados em quatro categorias distintas: Classe A: são os resíduos que podem ser reaproveitados no próprio canteiro de obras, como tijolos, cerâmicas e telhas. Caso não sejam utilizados, devem ser destinados a usinas de reciclagem ou aterros específicos para resíduos da construção civil; Classe B: são os resíduos que podem ser reutilizados em outras atividades ou processos, como papelão, gesso e metais; Classe C: são materiais que não podem ser reciclados e que não apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente, mas que precisam ser separados e encaminhados a locais especializados para triagem e transbordo, a fim de que sejam descartados corretamente e Classe D: são os materiais que, ao serem descartados, oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente. Esses resíduos devem ser entregues a órgãos competentes e licenciados para a realização de seu correto descarte (BITTENCOURT, 2012).

2.2 Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos da Construção Civil

De maneira geral, é considerado como impossível a não geração de resíduos nas atividades desempenhadas pela construção civil, sendo uma realidade reconhecida pelo próprio CONAMA. No entanto, essa atividade deve ser regulamentada ambientalmente para que se diminua o máximo possível, bem como se tenha um acompanhamento da reutilização dos mesmos (BITTENCOURT, 2012).

Farias (2010) destaca a importância para as empresas de construção civil em buscar maior qualidade e eficiência nos processos por meio da racionalização da produção. Para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável, Farias (2010) recomenda a implementação de métodos e ações passivas, processos construtivos rigorosos e detalhados, seleção e uso de materiais mais ecológicos, além de avaliação e monitoramento contínuos.

Para alcançar uma construção sustentável, é necessário implementar ações de redução e otimização do consumo de materiais e energia, redução dos resíduos gerados, redução do consumo de água, aproveitamento das condições naturais locais, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade do ambiente construído (BITTENCOURT, 2012).

Os principais impactos ambientais encontrados durante a geração de resíduos sólidos se encontram, em maior parte, nas questões físicas das regiões onde os resíduos são

colocados. Primeiramente, existe um aumento considerado nos níveis dos aterros sanitários, além de aumentar a quantidade de resíduos na água, ocasionando problemas sérios de distribuição da mesma (BITTENCOURT, 2012).

Ao mesmo tempo, segundo Bittencourt (2012), existe, ainda, o problema ambiental causado por um manejo inadequado do resíduo. Ou seja, até se tem a iniciativa de retirar o resíduo gerado, mas, na prática, a forma como esse processo corre pode causar esgotamento de jazidas.

Além disso, também pode causar alteração direta na qualidade da água superficial, aumentando consideravelmente o volume de sólidos na água, alterando diretamente as suas propriedades naturais. O maior problema dessa contaminação está no fato desse mesmo corpo hídrico ser levado, posteriormente, para outras regiões, sem um preparo inicial (BITTENCOURT, 2012).

Ainda, também deve ser levado em consideração a exposição diária que os trabalhadores do setor são expostos ao trabalharem com resíduos, e ainda mais quando o manejo ocorre de forma equivocada. No dia a dia, esses trabalhadores lidam diretamente com poeiras e outros materiais que podem ser prejudiciais (BITTENCOURT, 2012).

Os canteiros de obras têm impactos ambientais significativos, de acordo com Bittencourt (2012), incluindo a geração de resíduos sólidos, poluição, contaminação e interferência na drenagem do solo, bem como impactos na fauna e na flora. Diante disso, o setor da construção civil procura implementar medidas estratégicas para mitigar esses efeitos negativos.

Existem várias certificações de sustentabilidade para a construção, que surgiram em diferentes partes do mundo, e esses selos de certificação servem como referência de qualidade para as construções. O desenvolvimento sustentável na indústria da construção envolve a adoção de boas práticas, um processo integrado de projeto e construção, bem como a operação de edifícios e espaços construídos. Para obter a certificação, o processo construtivo também é levado em consideração, pois é responsável pelos impactos ambientais, como perda de materiais e geração de resíduos (ZEULE, 2014).

Conforme observado por Zeule (2014), a presença de um canteiro de obras pode causar diversos impactos negativos em várias áreas, tais como no solo, no ar, na água, na saúde dos trabalhadores e na vizinhança circundante. Esses impactos abrangem desde alterações nas propriedades físicas do solo, contaminação química e erosão, até a deterioração da qualidade do ar devido a emissões de poluentes e poluição sonora causada pelo ruído da construção. Além disso, a construção pode afetar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, alterar os regimes de escoamento e causar escassez de água.

Os trabalhadores enfrentam riscos para sua saúde e segurança no canteiro de obras, e a vizinhança experimenta incômodo devido ao ruído, poeira e interrupções no tráfego local, bem como impactos na drenagem urbana e na disponibilidade de energia elétrica. Portanto, é fundamental considerar esses impactos ao planejar e executar projetos de construção sustentável (ZEULE, 2014).

A construção civil é um setor que causa grande impacto ambiental devido à geração e destinação inadequada dos resíduos sólidos, tornando a questão ambiental na construção civil de grande relevância. Os resíduos da construção civil podem ter um efeito irreversível no meio ambiente. O gerenciamento se ocupa das atividades operacionais cotidianas e do trato direto com os resíduos, ou seja, as ações exercidas pelos construtores no canteiro de obras com o objetivo de prevenir, controlar e gerenciar os RCC (ZEULE, 2014).



2.3 Práticas Sustentáveis no Canteiro de Obras

É importante que a sustentabilidade seja considerada em todas as fases de um empreendimento, incluindo desde a sua concepção até a sua conclusão, levando em conta as três dimensões da sustentabilidade. No processo de construção, há uma grande contribuição para os impactos ambientais, conforme mencionado por Cardoso e Araújo (2006).

Para tornar a construção sustentável, é necessário que o canteiro de obras também seja adequado. Os canteiros verdes ou sustentáveis prezam pela qualidade ambiental desde sua concepção, pois um canteiro bem-organizado pode otimizar processos e contribuir para a redução dos custos globais do empreendimento, de acordo com Farias (2010).

A fase de planejamento de uma obra é crucial para garantir a qualidade do empreendimento, além de atender aos prazos e custos estabelecidos, prever possíveis impactos ambientais, e elaborar diretrizes e padrões a serem seguidos durante a execução dos projetos (FARIAS, 2010).

Segundo Farias (2010), apesar de causarem impactos significativos como incômodos à vizinhança (visuais e sonoros), poluição do solo, água e ar, impactos no ecossistema local, erosões, assoreamentos, trânsito e consumo de recursos, as interferências causadas pelos canteiros de obra não têm recebido a devida atenção das empresas, profissionais e acadêmicos. Além disso, Sharrard, Matthews e Roth (2007) afirmam que a maioria das pesquisas sobre impactos da construção civil se concentra apenas na seleção de materiais e na fase de operação das edificações.

Para isso, é necessário realizar estudos e análises críticas dos projetos, criar cronogramas financeiros e de atividades, e planejar treinamentos. Além disso, é importante estudar o layout do canteiro de obras para otimizar a execução das atividades programadas. É fundamental que todas as atividades estejam previstas no planejamento para garantir o sucesso da obra (FARIAS, 2010).

De acordo com a NR-18, há três tipos principais de canteiros de obras: restritos, que são completamente utilizados pelos trabalhadores, como em obras de reforma de lojas; amplos, que não ocupam todo o terreno e possuem espaço para containers, veículos, instalações, almoxarifados e vestiários para os colaboradores; e longos e restritos, que delimitam o local de trabalho dos colaboradores em um espaço confinado, com poucos pontos de acesso, como em obras de túneis ou passagens de metrô (FARIAS, 2010).

A redução das perdas de materiais pode trazer diversos benefícios, como a diminuição da quantidade de resíduos gerados, inclusive a longo prazo, após a demolição da obra. Além disso, essa prática contribui para a redução do consumo global de recursos naturais e consequentemente para a redução de custos (FARIAS, 2010).

A melhoria da sustentabilidade dos canteiros de obras depende da adoção de soluções sustentáveis nas instalações provisórias, do engajamento da cadeia de suprimentos exigindo compromisso dos envolvidos e do treinamento das equipes com foco na sustentabilidade (SAFATLE, 2007).

Como o canteiro de obras faz parte de um sistema complexo que envolve o desenvolvimento social e empresarial, o conceito de desenvolvimento sustentável tem se tornado cada vez mais importante na indústria da construção moderna (SAFATLE, 2007). A Figura 2 apresenta o processo realizado no canteiro de obras.



Figura 2. Processamento no canteiro de obras

Fonte: Quelhas e Lima (2006)

A implementação de um canteiro sustentável envolve uma série de ações que podem ser agrupadas em temas e práticas específicas, contribuindo para um ambiente de construção mais responsável e ecoconsciente. Um dos pilares fundamentais é o desenvolvimento de um projeto de gestão ambiental, que visa identificar e mitigar os impactos ambientais da obra, garantindo a preservação do ecossistema circundante. Isso se complementa com a adoção de práticas de compra responsável, buscando materiais e recursos de fontes sustentáveis (SAFATLE, 2007).

A estreita relação e colaboração com a comunidade local também são essenciais, promovendo um diálogo construtivo e minimizando conflitos. Além disso, medidas de gestão de saúde e segurança ocupacional asseguram a proteção dos trabalhadores e o cumprimento das normas de segurança. A busca pela qualidade é igualmente importante, com um projeto de gestão da qualidade que garante a excelência na execução da obra. Isso inclui a redução das perdas de materiais, minimizando o desperdício e adotando práticas eficientes de gestão de resíduos sólidos (SAFATLE, 2007).

O planejamento adequado da ocupação do solo na implantação do canteiro contribui para o uso racional do espaço, evitando impactos desnecessários. Medidas de consumo consciente de água e energia também são cruciais para reduzir o impacto ambiental da construção. A gestão eficiente do transporte de materiais e equipamentos minimiza a emissão de poluentes e o desperdício de recursos. A conservação da fauna e flora local é vital para preservar a biodiversidade da região (SAFATLE, 2007).

Por fim, a conscientização e capacitação dos colaboradores são passos-chave, educando-os sobre as práticas sustentáveis a serem adotadas durante a execução da obra. Isso garante que todos os envolvidos estejam alinhados com os princípios da construção sustentável e contribuam para o sucesso do canteiro sustentável (SAFATLE, 2007).

Segundo Quelhas e Lima (2006), para que um canteiro de obras seja considerado sustentável, é fundamental que todas as dimensões da sustentabilidade, como econômica,

ambiental, social, educacional e cultural, sejam incorporadas em todas as fases da execução da obra. No entanto, devido à complexidade dessas práticas, é inviável que todas as ações sejam implementadas simultaneamente pelas empresas. Portanto, é necessário estabelecer quais ações são prioritárias e quais objetivos devem ser alcançados.

De acordo com Barros (2012), os resíduos da construção civil podem ser reaproveitados em diversas aplicações, desde que haja um controle tecnológico de qualidade durante o processo de reciclagem. Os agregados gerados nas obras, por exemplo, possuem alta resistência e podem ser utilizados em diferentes projetos, como concretos, contrapisos, meios-fios, sarjetas e bocas de lobo. Além disso, os blocos e tijolos também podem ser moídos e classificados para a fabricação de novos produtos, contribuindo para a redução do impacto ambiental da construção civil (BARROS, 2012).

A construção sustentável, conforme delineada pela Câmara da Indústria da Construção (2008), é fundamentada em uma série de princípios essenciais que guiam práticas ambientalmente responsáveis. Primeiramente, a abordagem busca tirar proveito das condições naturais locais, utilizando a topografia, vegetação e recursos hídricos de maneira eficiente. Isso não apenas minimiza os impactos ambientais, mas também promove uma harmonia intrínseca com o ambiente natural circundante.

Além disso, a construção sustentável busca utilizar o mínimo de terreno possível e, ao mesmo tempo, integrar-se de forma sinérgica com o ambiente natural, preservando ecossistemas e paisagens. A análise e consideração cuidadosa do entorno são vitais, pois isso ajuda a compreender como a construção afetará a comunidade e o ecossistema local, permitindo adaptações e mitigação de impactos (BARROS, 2012)..

Para promover a qualidade de vida e minimizar impactos adversos, é imprescindível reduzir ou evitar impactos no entorno, incluindo mudanças na temperatura, na paisagem e na concentração de calor, proporcionando uma sensação de bem-estar aos ocupantes da construção. Isso envolve, igualmente, a garantia de qualidade ambiental tanto no interior quanto no exterior do edifício, criando ambientes saudáveis e agradáveis (BARROS, 2012).

Uma gestão sustentável durante a implantação da obra é crucial, com foco na redução de desperdício e no uso responsável de recursos. A construção sustentável também se orienta para a adaptação às necessidades presentes e futuras dos usuários, garantindo a longevidade e relevância da edificação (BARROS, 2012).

A escolha de matérias-primas que contribuam para a ecoeficiência do processo construtivo é um passo significativo, bem como a minimização do consumo de energia e água ao longo do ciclo de vida da construção. Além disso, a gestão responsável de resíduos sólidos, com ênfase na redução, reutilização, reciclagem e descarte adequado, é parte integrante da construção sustentável (BARROS, 2012).

Inovações tecnológicas são incorporadas sempre que possível e viável, visando melhorar a eficiência e a sustentabilidade da construção. E, por fim, a conscientização de todos os envolvidos no processo sobre a importância da sustentabilidade é essencial, promovendo uma abordagem compartilhada em direção a práticas construtivas mais responsáveis e ecologicamente conscientes (BARROS, 2012).

É importante destacar a necessidade de planejamento adequado das atividades realizadas em um canteiro de obras. Além disso, é preciso criar um projeto que leve em conta não apenas o dimensionamento das áreas de vivência, conforme a NR-18 (2002), mas também a logística das atividades, movimentação de insumos e pessoas, segurança coletiva e impacto no entorno da obra para minimizar os impactos negativos na sociedade.

O dimensionamento correto do canteiro e das instalações, incluindo áreas operacionais e de apoio à produção, como escritórios, almoxarifados, centrais de corte e dobra de armaduras e madeira, contribui para o melhor rendimento e redução do consumo de água e energia, o que é essencial para a sustentabilidade da atividade (FIGUEIRA; RACHID, 2016).

Para que um canteiro de obras seja adequadamente dimensionado em todas as etapas da construção, é necessário um planejamento cuidadoso, que inclui o cronograma físico da obra, projetos de situação e conhecimento das especificações dos materiais utilizados nas diversas fases da obra. Com base nessas informações, é possível dimensionar os volumes a serem estocados e avaliar a demanda por áreas de armazenamento e transporte vertical de materiais e passageiros (FIGUEIRA; RACHID, 2016).

Em um canteiro de obras sustentável, é importante garantir a redução da geração de resíduos, priorizando a reciclagem ou reutilização dos materiais. Para que o processo de reciclagem seja efetivo, é fundamental que os resíduos sejam separados na fonte geradora, ou seja, no próprio canteiro de obras (FIGUEIRA; RACHID, 2016).

É preciso que o gerador assume seu papel neste processo, adotando uma postura criativa e racional, evoluindo as técnicas construtivas e de gestão de recursos humanos e minimizando as diversas formas de desperdício. A separação adequada dos resíduos no canteiro de obras contribui para a qualidade dos materiais reciclados e a diminuição dos custos de beneficiamento, aumentando o processo de produção de materiais reciclados (FIGUEIRA; RACHID, 2016).

3. METODOLOGIA

No presente estudo o tipo de pesquisa a ser realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram analisados livros, dissertações e artigos científicos, pelos quais trataram sobre o desenvolvimento do gerenciamento de resíduos da construção civil, construção civil e o reaproveitamento dos resíduos sólidos, leis federais, regulamentações do poder público e também resoluções do CONAMA.

Os documentos pesquisados foram os publicados nos últimos 20 anos. Os artigos foram selecionados a partir de pesquisas nas bases de dados do SCielo, Amazon, Google Scholar e Scopus, utilizando como palavras-chave “gerenciamento”, “construção civil” e “reaproveitamento”.

Selecionou artigos científicos e outros tipos de publicações que abordaram o tema, dando ênfase às estratégias e tecnologias utilizadas para minimizar os impactos causados por essa indústria. O artigo levou em consideração estudos que apresentem evidências empíricas ou teóricas relevantes para o tema.

Os artigos selecionados foram lidos e analisados com o objetivo de identificar informações relevantes e temas comuns, que foram organizados para compor o texto do artigo. A análise foi feita de forma crítica, considerando a relevância dos autores, a qualidade das metodologias utilizadas nos estudos e a coerência das conclusões apresentadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na conclusão deste estudo, a reflexão sobre os objetivos propostos é essencial para avaliar sua consecução. O objetivo geral, que consistiu na investigação da gestão de resíduos sólidos na construção civil, foi efetivamente alcançado. Os objetivos específicos, que



abrangeram a compreensão do eficaz gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil, a avaliação da eficácia e dos benefícios do gerenciamento de resíduos sólidos na otimização de materiais na construção civil, a identificação das normas regulamentadoras sobre o descarte de resíduos da construção civil e a apresentação das formas de tratamento aplicadas aos resíduos sólidos da construção civil, também foram plenamente atendidos.

A metodologia adotada neste estudo se mostrou adequada para a análise teórica do tema. Contudo, uma limitação identificada diz respeito à disponibilidade de referências recentes, o que indica a necessidade de futuras pesquisas incorporarem fontes atualizadas para abordar as mudanças e evoluções no campo da gestão de resíduos sólidos na construção civil.

Este estudo enfatiza a importância da gestão de resíduos sólidos na construção civil em um contexto de crescente preocupação com a sustentabilidade e a preservação ambiental. Embora tenham sido reconhecidos desafios significativos, recomenda-se a continuação da investigação e o desenvolvimento de soluções para promover práticas mais sustentáveis na indústria da construção.

No que tange a trabalhos futuros, sugere-se a realização de análises mais aprofundadas da implementação prática das normas e regulamentos mencionados neste estudo, especialmente em áreas urbanas densas. Adicionalmente, dada a carência de referências recentes, incentiva-se a condução de pesquisas que explorem as mudanças e desenvolvimentos mais recentes na gestão de resíduos sólidos na construção civil.

Em síntese, este estudo atingiu plenamente seus objetivos propostos, fornecendo uma abordagem abrangente sobre a gestão de resíduos sólidos na construção civil. As limitações são reconhecidas e as oportunidades para investigações futuras são identificadas, visando fomentar práticas mais sustentáveis na indústria da construção e contribuir para um ambiente mais equilibrado e saudável.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006: procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

BITTENCOURT, M. **Avaliação de aspectos ambientais em canteiro de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307**, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

FARIAS, P. M. A. **Construção Sustentável: contributo para o processo de construção na alteração de uso nos Edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

FIGUEIRA, A.P.R.; RACHID, L.E.F. **Medidas sustentáveis aplicadas em canteiros de obras**. R. Eng. Constr. Civ., Curitiba - PR, v. 3, , 2016.

LEITE, M. B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

QUELHAS, O. L. G.; LIMA, G. B. A. **“Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional: fator crítico de sucesso à implantação dos princípios do desenvolvimento sustentável nas organizações brasileiras”**

Interfacehs. 2006.

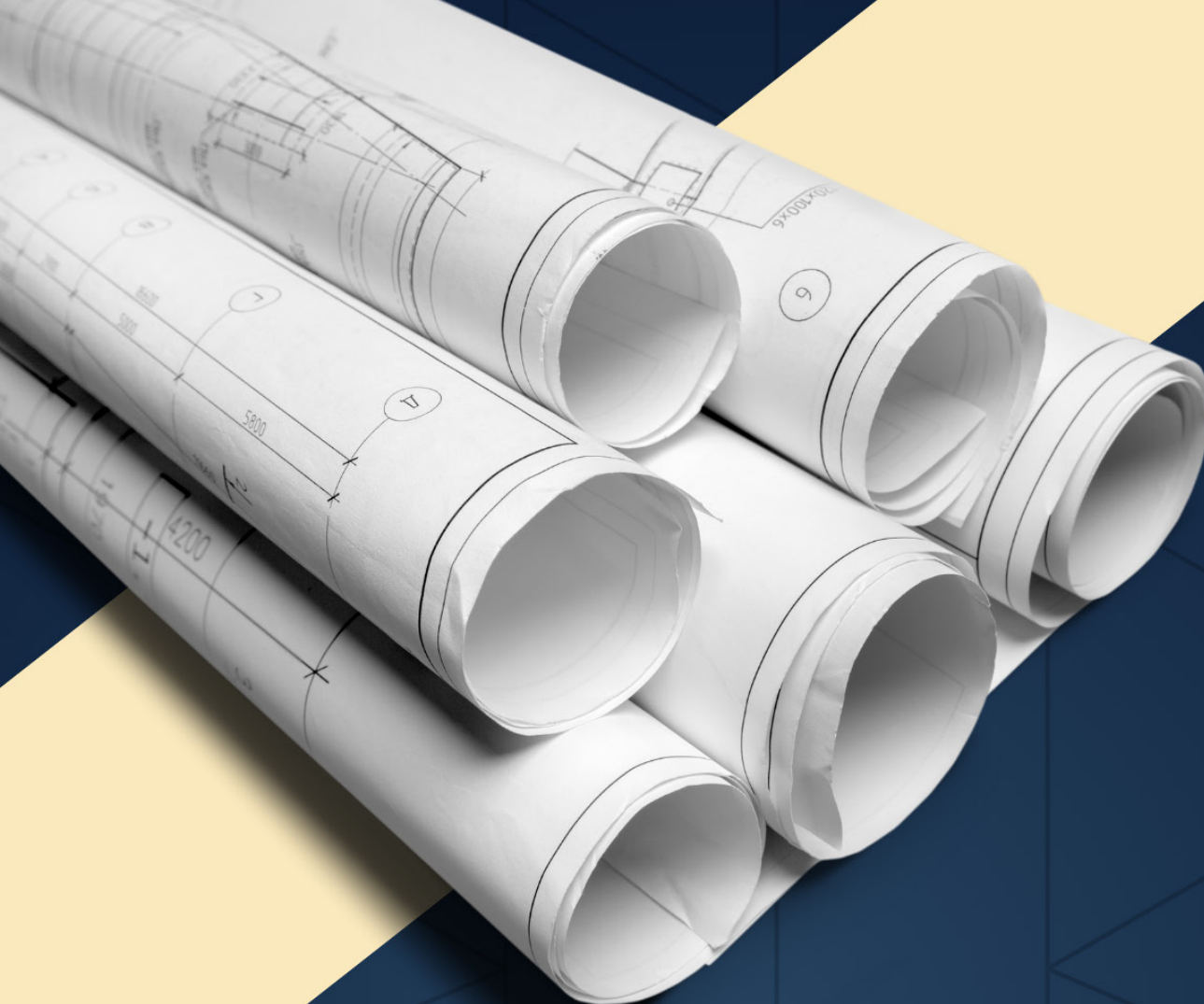
SAFATLE, A.. **Sustentabilidade** S/A. 2007.

SHARRARD, A. L.; MATTHEWS, S.; ROTH, M. **Environmental Implications of Construction Site Energy Use and Electricity Generation**. Journal of Construction Engineering and Management, p. 846-854, 2007.

SINDUSCON-SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil – A experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo, 2005.

ZEULE, L. O. **Práticas e Avaliação da Sustentabilidade nos Canteiros de Obras**. 2014. 266 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.





12

FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: LEAN CONSTRUCTION

CIVIL CONSTRUCTION TOOLS: LEAN CONSTRUCTION

**Moisés Coutinho da Silva
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana**

Resumo

A Lean Construction é uma abordagem inovadora na Construção Civil, baseada nos princípios do Lean Manufacturing, visando eliminar desperdícios e otimizar processos para melhorar eficiência e qualidade. Utiliza ferramentas como Last Planner System, Kanban e Value Stream Mapping para reduzir ineficiências, atrasos e custos desnecessários. A colaboração entre todas as partes envolvidas é crucial, apesar dos desafios culturais e de treinamento. A implementação bem-sucedida da Lean Construction pode resultar em prazos de entrega mais curtos, maior qualidade do trabalho e satisfação do cliente. No entanto, alcançar e manter esses benefícios exige um compromisso de longo prazo e esforços contínuos. Em resumo, a Lean Construction oferece um caminho promissor para uma gestão mais eficiente e uma redução significativa de desperdícios na Construção Civil, promovendo um ambiente colaborativo e focado na melhoria contínua.

Palavras-chave: Lean Construction, Construção Civil, desperdícios, eficiência, qualidade, colaboração.

Abstract

Lean Construction is an innovative approach to Civil Construction, based on the principles of Lean Manufacturing, aiming to eliminate waste and optimize processes to improve efficiency and quality. Uses tools such as Last Planner System, Kanban and Value Stream Mapping to reduce inefficiencies, delays and unnecessary costs. Collaboration between all parties involved is crucial, despite cultural and training challenges. Successful implementation of Lean Construction can result in shorter delivery times, higher quality of work and customer satisfaction. However, achieving and maintaining these benefits requires long-term commitment and ongoing efforts. In summary, Lean Construction offers a promising path to more efficient management and a significant reduction in waste in Civil Construction, promoting a collaborative environment focused on continuous improvement.

Keywords: Lean Construction, Civil Construction, waste, efficiency, quality, collaboration.



1. INTRODUÇÃO

A Lean Construction, ou Construção Enxuta, é uma abordagem revolucionária que tem vindo a ganhar uma crescente atenção na indústria da Construção Civil. Esta metodologia baseia-se nos princípios do Lean Manufacturing, inicialmente desenvolvidos pela Toyota na indústria automobilística, com o objetivo de eliminar desperdícios e otimizar processos para aumentar a eficiência e, conseqüentemente, a qualidade do produto final.

Ao aplicar os princípios do Lean à construção civil, busca-se melhorar a gestão de projetos e processos, reduzindo ineficiências, atrasos e custos desnecessários. Os desperdícios, ou “mudas”, são identificados e eliminados ao longo de todas as fases de um projeto de construção, desde o planejamento até a entrega.

De acordo com (Ballard, 2000) a implementação da Lean Construction envolve a aplicação de diversas ferramentas e técnicas específicas. Entre as ferramentas mais conhecidas e amplamente utilizadas estão o Last Planner System (LPS), que visa melhorar o planejamento e a programação das atividades de construção, e o Kanban, que ajuda a gerenciar o fluxo de materiais e informações em um canteiro de obras.

Como a implementação da Lean Construction na indústria da Construção Civil pode superar os desafios culturais e de treinamento enfrentados pelas empresas do setor, a fim de alcançar uma gestão de projetos mais eficiente e uma redução significativa de desperdícios?

A Lean Construction, inspirada nos princípios do Lean Manufacturing, surge como uma metodologia promissora na indústria da Construção Civil, visando eliminar desperdícios e otimizar processos para aumentar a eficiência e a qualidade do produto final. Por meio da identificação e eliminação de desperdícios ao longo de todas as fases do projeto, desde o planejamento até a entrega, busca-se melhorar a gestão de projetos e processos, reduzindo ineficiências, atrasos e custos desnecessários.

O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise aprofundada sobre a aplicação da Lean Construction como uma ferramenta relevante e eficaz na indústria da construção civil. Especificamente, busca identificar os principais benefícios e desafios da implementação da Lean Construction em projetos de construção civil, analisando casos práticos e estudos de caso que demonstram sua eficácia e impacto na eficiência dos processos de construção.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada para a elaboração deste estudo é fundamentada em uma pesquisa qualitativa, que envolveu uma abordagem cuidadosa na revisão da literatura existente. Para obter uma compreensão abrangente e aprofundada sobre o tema da Lean Construction na Construção Civil, uma revisão bibliográfica minuciosa foi conduzida.

Essa revisão bibliográfica abrangeu diversas fontes de informação, incluindo sites, livros, artigos científicos e revistas especializadas. A seleção dessas fontes foi criteriosa, com o objetivo de abranger um espectro amplo e relevante de conhecimento sobre o assunto.

Para garantir a abrangência e a atualização das informações, foram utilizadas plata-

formas de busca renomadas, como o Google Acadêmico e o SciELO. Essas plataformas proporcionaram acesso a uma vasta gama de recursos acadêmicos, garantindo a inclusão de estudos e pesquisas relevantes no campo da Engenharia Civil, Construção e Lean Construction.

A busca de literatura foi conduzida por meio da utilização de palavras-chave específicas relacionadas ao tema em questão. Palavras-chave como “Engenharia Civil”, “Construção”, “Lean Construction”, “Ferramenta”, “Eficiência”, e outras pertinentes foram empregadas. Essas palavras-chave foram selecionadas com o propósito de direcionar a pesquisa para os aspectos mais relevantes e cruciais da Lean Construction, bem como para garantir a inclusão de informações que contribuíssem diretamente para o desenvolvimento e aprimoramento deste estudo.

Segundo Bastos e Keller (2015), a pesquisa científica se encontra presente em todos os campos científicos e, no tocante à educação, são encontradas variadas obras já publicadas. Os autores destacam que a pesquisa científica representa o processo de investigação com o intuito de solucionar, responder ou investigar questões dentro dos estudos dos fenômenos. Dessa forma, pode-se dizer que uma pesquisa científica representa a investigação sistemática de um determinado assunto, com a finalidade de esclarecer variados aspectos da pesquisa.

De acordo com Neto (2014), no campo científico, a pesquisa bibliográfica pode ser compreendida como um recorte feito pelos pesquisadores em termos de espaço, o que representa uma realidade empírica a ser analisada. Assim, partindo da construção teórica do objeto de estudo, o campo da ciência se apresenta como um palco de manifestações de intersubjetividades e interações entre os pesquisadores e o grupo a ser estudado, permitindo, assim, a criação de novos conhecimentos.

A escolha por esta metodologia pode ser explicada pelo fato de ser possível a captação de um conjunto de situações ou fenômenos que não são obtidos por meio de questões ou indagações. Neste vasto campo, ao analisar as manifestações cotidianas dos atores sociais e ao registrá-los de forma descritiva, os pesquisadores adquirem um importante acervo da realidade (NETO, 2014, p. 12).

2.2 Resultados e Discussão

Os conceitos fundamentais da Lean Construction desempenham um papel crucial na transformação da gestão de projetos na indústria da construção civil. Essa abordagem revolucionária tem suas raízes nos princípios do Lean Manufacturing, desenvolvidos pela Toyota no Japão na segunda metade do século XX. A Lean Construction se destaca por sua aplicação específica no setor da construção, buscando eliminar desperdícios e promover a eficiência em todas as etapas de um projeto. Para compreender profundamente esses conceitos, é essencial explorar os fundamentos que sustentam a Lean Construction e como eles se traduzem no contexto da construção civil.

A base da Lean Construction repousa no princípio fundamental da eliminação de desperdícios. Isso é central para a metodologia, com o objetivo de reduzir qualquer atividade, material ou recurso que não contribua diretamente para o valor entregue ao cliente de acordo com Ballard (2000). A eliminação de desperdícios ocorre em diversas formas, desde a redução do estoque desnecessário até a otimização dos processos de trabalho. Isso é particularmente relevante na construção civil, onde os desperdícios são comuns e podem ter impactos significativos nos custos e prazos de um projeto.



Outro conceito fundamental de acordo com Koskela (2000) é o foco na criação de valor para o cliente. Isso envolve a compreensão das necessidades e expectativas do cliente e a orientação de todas as atividades do projeto para atender a essas demandas. Esse foco no cliente é uma característica distintiva da Lean Construction, pois coloca o cliente no centro de todas as decisões e ações.

De acordo com Alves (2011) a gestão do fluxo contínuo é outro conceito fundamental da Lean Construction. Isso implica em buscar um fluxo de trabalho constante e sem interrupções ao longo do projeto. A ideia é minimizar atrasos, gargalos e interrupções que possam afetar negativamente o progresso do projeto. Essa abordagem visa a maximizar a eficiência e a produtividade da equipe de trabalho, garantindo que cada etapa do projeto ocorra no momento certo.

A colaboração e a comunicação eficaz são princípios-chave da Lean Construction. Isso significa que todas as partes envolvidas em um projeto, desde os clientes até os empreiteiros e fornecedores, trabalham de forma integrada e colaborativa (Ballard; Howell, 1998). A comunicação clara e a cooperação são incentivadas para garantir que todos compreendam suas responsabilidades e contribuam para o sucesso do projeto.

A melhoria contínua também é um conceito essencial na Lean Construction. Isso envolve uma abordagem constante de aprimoramento dos processos e práticas em busca de eficiência e qualidade cada vez melhores (Alarcón, 2016). A ideia é que, através da análise constante e do aprendizado com os erros, a construção civil possa se tornar mais eficiente e eficaz ao longo do tempo.

A aplicação da Lean Construction em projetos de construção tem se mostrado uma abordagem transformadora, revolucionando a forma como a indústria da construção opera e entregando resultados notáveis em termos de eficiência e qualidade. À medida que os desafios enfrentados pela construção civil, como atrasos, desperdícios e custos elevados, continuam a persistir, a Lean Construction emerge como uma metodologia que pode oferecer soluções concretas.

Um dos aspectos cruciais na aplicação da Lean Construction é a implementação do Last Planner System (LPS), uma ferramenta que visa melhorar a programação e o controle da produção em projetos de construção (Ballard, 2000). O LPS envolve a colaboração entre todas as partes envolvidas em um projeto, desde os proprietários até os trabalhadores no canteiro de obras, para desenvolver um plano de produção realista e factível. Esse plano é atualizado constantemente, permitindo a adaptação rápida às mudanças nas condições do projeto.

A utilização de sistemas de fluxo contínuo também desempenha um papel crucial na aplicação da Lean Construction em projetos de construção. A abordagem busca minimizar estoques intermediários e otimizar o fluxo de materiais e informações, garantindo que cada tarefa ocorra de maneira eficiente e na sequência correta (Alves, 2011). Isso reduz a necessidade de armazenamento em canteiros de obras e minimiza a espera por materiais, acelerando a entrega do projeto.

Além disso, a aplicação de práticas como o Just-in-Time (JIT) na gestão de materiais é essencial. O JIT envolve a entrega de materiais e componentes no momento exato em que são necessários, reduzindo o desperdício de espaço e recursos (Koskela, 2000). Essa abordagem requer uma estreita colaboração com fornecedores para garantir a disponibilidade oportuna dos materiais necessários.

A utilização de tecnologias avançadas, como Building Information Modeling (BIM), também desempenha um papel crescente na aplicação da Lean Construction em pro-

jetos de construção. O BIM permite uma visualização detalhada e uma simulação virtual de todo o projeto, facilitando a detecção precoce de problemas e o planejamento mais preciso (Alarcón, 2016). Essa tecnologia pode melhorar significativamente a eficiência da construção, reduzindo retrabalhos e economizando recursos.

A aplicação da Lean Construction em projetos de construção não se limita apenas à gestão de processos, mas também envolve uma mudança cultural. Isso requer a criação de uma mentalidade de melhoria contínua e uma cultura de colaboração entre todas as partes envolvidas no projeto (Ballard e Howell, 1998). A capacitação da equipe e a promoção de uma mentalidade orientada para o cliente são aspectos-chave dessa mudança cultural.

A implementação da Lean Construction na indústria da construção civil tem se mostrado altamente benéfica, proporcionando melhorias significativas em diversos aspectos dos projetos de construção. Os benefícios dessa abordagem vão além da simples redução de custos, impactando positivamente a eficiência, a qualidade e a satisfação do cliente.

Um dos benefícios mais evidentes na implementação da Lean Construction é a redução de desperdícios em todas as etapas do projeto (Koskela, 2000). Isso inclui a eliminação de estoques excessivos, retrabalhos, movimentação desnecessária de materiais e atrasos. Como resultado, os custos totais de um projeto são reduzidos de forma substancial, tornando-o mais rentável para as empresas da construção.

A Lean Construction também está associada a prazos de entrega mais curtos e maior eficiência na execução dos projetos (Alarcón, 2016). A gestão do fluxo contínuo e a eliminação de gargalos permitem que as equipes de construção trabalhem de forma mais eficaz, reduzindo os tempos de espera e acelerando o progresso do projeto. Isso não apenas beneficia as empresas de construção, mas também os clientes, que veem seus projetos concluídos mais rapidamente.

Outro benefício importante da Lean Construction é a melhoria da qualidade do trabalho e a satisfação do cliente (Howell, 1999). A metodologia Lean enfatiza a eliminação de defeitos e a entrega de produtos e serviços de alta qualidade. Isso reduz a necessidade de retrabalhos, resultando em projetos que atendem ou superam as expectativas do cliente.

A implementação da Lean Construction promove a colaboração e a comunicação eficaz entre todas as partes envolvidas em um projeto (Ballard e Howell, 1998). A abordagem Lean incentiva a formação de equipes multidisciplinares que trabalham juntas para atingir metas comuns. Isso cria um ambiente de confiança e cooperação, o que é fundamental para o sucesso de qualquer projeto de construção.

A busca constante pela eliminação de desperdícios e a otimização dos processos também contribui para um ambiente de trabalho mais seguro (Cotrim e Costa, 2013). A redução de movimentações desnecessárias e a eliminação de riscos associados a práticas ineficientes ajudam a prevenir acidentes e lesões nos canteiros de obras.

A implementação da Lean Construction pode aumentar a competitividade das empresas de construção no mercado (Tommelein, 2004). A capacidade de entregar projetos de alta qualidade mais rapidamente e a custos mais baixos pode ser uma vantagem significativa em um setor altamente competitivo.

Os benefícios da implementação da Lean Construction na indústria da construção são diversos e abrangentes. Além da redução de custos, a metodologia Lean contribui para prazos mais curtos, maior eficiência, qualidade aprimorada, satisfação do cliente, colaboração aperfeiçoada, segurança no local de trabalho e maior competitividade. Esses benefícios fazem da Lean Construction uma abordagem indispensável para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades na indústria da construção (Rumane, 2017).



A implementação da Lean Construction na indústria da construção civil, embora ofereça uma série de benefícios, também enfrenta desafios significativos que podem dificultar seu sucesso. É essencial reconhecer e entender esses desafios para que as organizações possam superá-los e aproveitar ao máximo essa metodologia transformadora.

Um dos principais desafios na implementação da Lean Construction é a resistência à mudança por parte dos envolvidos. Muitas vezes, as equipes de construção e as organizações estão acostumadas com práticas tradicionais e relutam em adotar novos métodos (Koskela, 2000). A cultura organizacional existente pode ser resistente à mudança, o que torna difícil a aceitação da filosofia Lean. É fundamental investir em programas de treinamento e conscientização para superar essa resistência.

Projetos de construção são intrinsecamente complexos, com muitas variáveis e partes interessadas envolvidas. A aplicação da Lean Construction em projetos de grande escala pode ser desafiadora devido à sua complexidade (Alarcón, 2016). A coordenação e a colaboração entre equipes multidisciplinares podem ser difíceis de serem alcançadas em projetos complexos, tornando a implementação da Lean Construction mais desafiadora.

Outro desafio comum é a falta de conhecimento e expertise em Lean Construction (Howell, 1999). Muitas organizações não possuem pessoal treinado ou experiência prévia na metodologia Lean. Isso pode resultar em implementações inadequadas ou incompletas que não aproveitam todo o potencial da Lean Construction. A formação e a contratação de especialistas em Lean Construction são essenciais para superar esse desafio.

A integração de tecnologia e sistemas é um desafio importante na implementação da Lean Construction (Cotrim e Costa, 2013). A Lean Construction muitas vezes envolve o uso de ferramentas de gestão de projetos e tecnologia avançada, como o Building Information Modeling (BIM). Integrar esses sistemas com os processos existentes pode ser complexo e requer investimento em infraestrutura e treinamento.

A implementação da Lean Construction frequentemente envolve a colaboração estreita com fornecedores e parceiros externos (Tommelein, 2004). Gerenciar essa cadeia de suprimentos colaborativa pode ser desafiador, especialmente quando diferentes organizações têm processos e práticas distintas. A coordenação eficaz e a comunicação são cruciais para superar esse desafio.

A Lean Construction é uma abordagem metodológica que se baseia em uma variedade de ferramentas e técnicas projetadas para eliminar desperdícios, melhorar a eficiência e otimizar o fluxo de trabalho em projetos de construção. Essas ferramentas e técnicas desempenham um papel crucial na implementação bem-sucedida da Lean Construction, transformando a maneira como os projetos são planejados, executados e gerenciados.

Uma das ferramentas fundamentais da Lean Construction é o planejamento colaborativo, muitas vezes realizado por meio do sistema Last Planner (Ballard, 2000). Este sistema envolve a colaboração de todas as partes interessadas, desde proprietários até empreiteiros e fornecedores, para desenvolver um plano de produção realista. Ele é baseado em compromissos de entrega e atualizado constantemente à medida que o projeto progride. Isso permite uma programação mais precisa e a adaptação rápida a mudanças nas condições do projeto.

A programação pull é outra técnica central na Lean Construction (Koskela, 2000). Ela opera com base na demanda real, em vez de um cronograma rígido. As equipes só começam a trabalhar em uma tarefa quando a anterior é concluída, criando um fluxo contínuo de trabalho. Isso ajuda a minimizar estoques intermediários e atrasos, tornando o processo de construção mais eficiente.

O Just-in-Time, ou JIT, é uma técnica comumente associada à Lean Construction (Howell, 1999). Essa abordagem envolve a entrega de materiais e componentes no momento exato em que são necessários, reduzindo a necessidade de armazenamento e minimizando o desperdício. O JIT não apenas economiza espaço, mas também garante que os materiais estejam disponíveis quando necessário, evitando atrasos no projeto.

O Building Information Modeling, ou BIM, é uma tecnologia essencial na Lean Construction (Alarcón, 2016). O BIM envolve a criação de um modelo virtual detalhado de todo o projeto, incluindo estruturas, sistemas e componentes. Isso permite uma simulação precisa e a identificação precoce de problemas, o que reduz significativamente a necessidade de retrabalho e melhora a eficiência do projeto.

Os mapas de fluxo de valor são ferramentas visuais que ajudam a identificar e analisar o fluxo de trabalho em um projeto de construção (Cotrim e Costa, 2013). Eles mostram claramente como as atividades estão interconectadas e onde podem ocorrer atrasos ou desperdícios. Essa visualização é essencial para identificar áreas de melhoria e otimização.

Os painéis de controle visual são usados para monitorar o progresso do projeto e fornecer informações em tempo real sobre o status das atividades (Tommelein, 2004). Essa ferramenta permite que as equipes de construção tomem decisões informadas e ajuda a identificar problemas antes que eles se tornem críticos.

A padronização é uma técnica fundamental na Lean Construction (Rumane, 2017). Isso envolve a criação de padrões e procedimentos para atividades comuns, garantindo uma abordagem consistente e eficiente. Além disso, a melhoria contínua é incentivada, com equipes revisando constantemente os processos e procurando maneiras de torná-los mais eficazes.

3. CONCLUSÃO

A implementação da Lean Construction na indústria da Construção Civil apresenta-se como uma resposta sólida aos desafios enfrentados pelo setor, buscando superar barreiras culturais e de treinamento. Ao eliminar desperdícios e otimizar processos, essa abordagem promove uma gestão de projetos mais eficiente, resultando em benefícios tangíveis, como prazos de entrega mais curtos, maior qualidade do trabalho e redução de custos. No entanto, é crucial reconhecer que a adoção da Lean Construction demanda compromisso de longo prazo e esforços contínuos para alcançar e manter os resultados desejados.

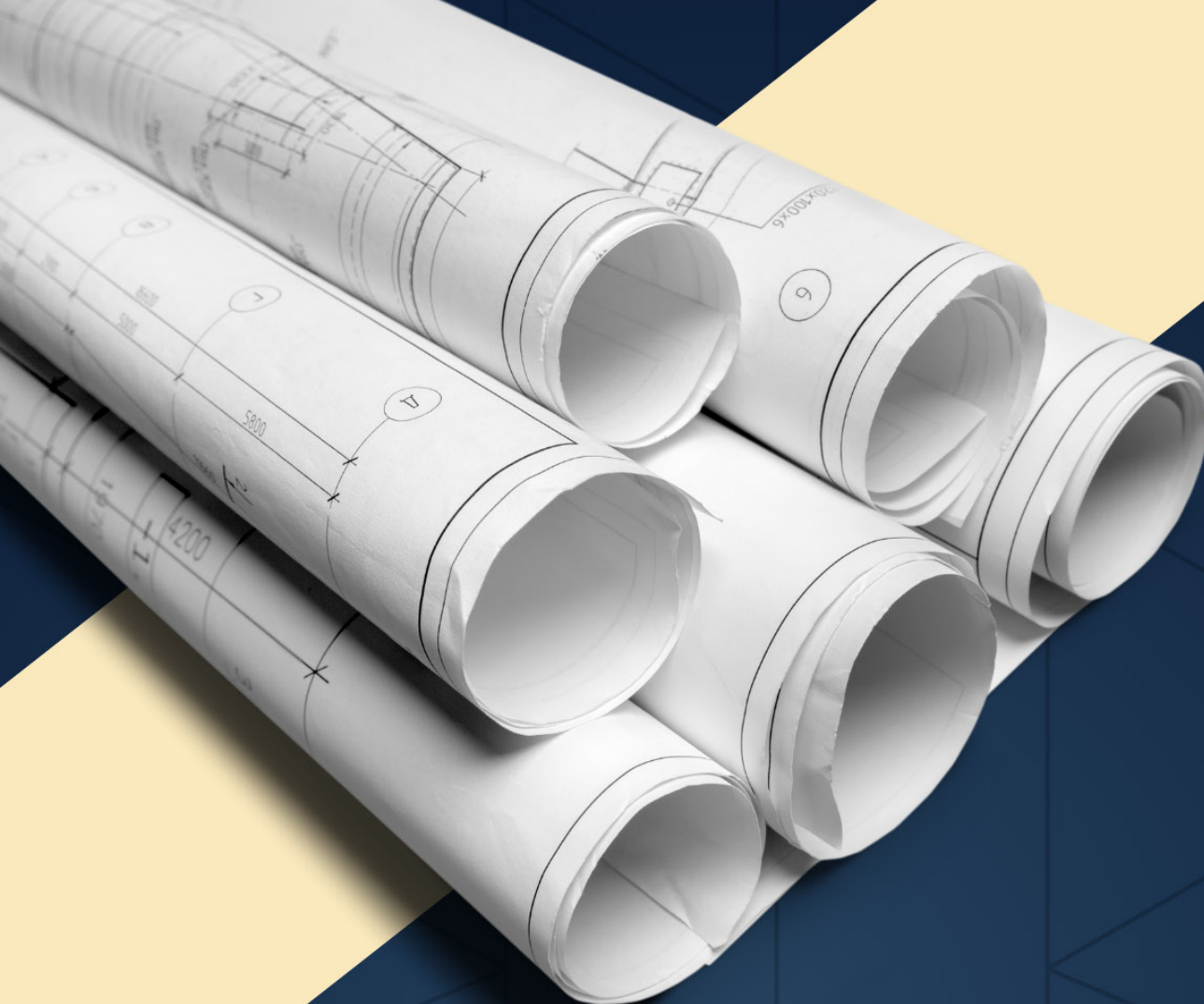
A colaboração entre todas as partes envolvidas, juntamente com a conscientização e o treinamento dos funcionários, são elementos-chave para o sucesso dessa iniciativa. Em suma, a Lean Construction oferece uma perspectiva promissora para transformar a indústria da Construção Civil, oferecendo um caminho claro para uma gestão mais eficiente e uma redução significativa de desperdícios, contribuindo assim para a melhoria contínua do setor.

Referências

- ALARCÓN, L. F. (2016). **Lean construction: State-of-the-art and future directions**. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(2), 04015045.
- ALVES, T. D. A. (2011). **Lean construction: Uma visão geral**. In *Anais do 7º Congresso Brasileiro de Gestão de Projetos e Liderança* (Vol. 7).



- BALLARD, G. (2000). **Lean project management: A new approach for achieving project success**. Project Management Institute.
- BALLARD, G., & HOWELL, G. (1998). **Shielding production: Essential step in production control**. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(1), 11-17.
- BALLARD, G., & HOWELL, G. (2007). **Lean project delivery system: Na update**. *Lean Construction Journal*, 3(1), 1-18.
- BASTOS, C. L; KELLER, V. (2015). **Aprendendo a aprender**. Petrópolis: Vozes.
- COTRIM, F. R. M., & COSTA, E. A. C. (2013). **Lean construction: A systematic literature review for identifying wastes**. *Procedia Engineering*, 57, 789-798.
- HOWELL, G. (1999). **What is Lean Construction? Proceedings of IGLC-7**, 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- KOSKELA, L. (2000). **Na exploration towards a production theory and its application to construction (Doctoral dissertation, VTT Technical Research Centre of Finland)**.
- NETO, José Paulo. (2014). **cotidiana Para a crítica da vida**. In: Falcão, Maria do Carmo; Neto, José Paulo. *Cotidiano: conhecimento e crítica*. – São Paulo: Cortez.
- RUMANE, A. R. (2017). **Lean project delivery in construction: A socio-technical systems approach**. Routledge.
- TOMMELEIN, I. D. (2004). **Lean thinking: What is it in construction?** *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(5), 826-836.



13

VIABILIDADE E EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES RASAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**FEASIBILITY AND EXECUTION OF SHALLOW
FOUNDATIONS IN CIVIL CONSTRUCTION**

João Pedro Borges Marcelino

Resumo

Fundações superficiais são conhecidas por transmitir as cargas de uma estrutura para o solo de forma estável, visto que elas dissipam o peso de estruturas de variadas formas que mudam de acordo com o assentamento escolhido, destacar pontos importantes sobre as fundações reforçam a necessidade do conhecimento para a segurança e a eficiência do projeto. Teve como objetivo destacar cada particularidade das fundações rasas, sendo crucial para o entendimento da função de cada estrutura, logo precisa-se analisar e conhecer o solo para a implementação da base sólida e durável, demonstrar alguns exemplos de fundações e problemas estruturais é importante para entender as propriedades de cada estrutura, ampliando assim o ponto de vista sobre o assunto. A metodologia utilizada foi a revisão de literatura consultando livros, normas, dissertações e artigos, também utilizando de quadros e imagens para exemplificar melhor pontos importantes. Finalizando com várias exemplificações sobre a interação fundação e solo dando uma ideia dos possíveis cenários que um engenheiro poderá encontrar no início de um projeto. Um bom planejamento e execução da fundação evitam super faturação da obra, fissuras, recalques excessivos e até o colapso da estrutura, todas essas adversidades geram altos custos de reparos e ameaçam a vida das pessoas que contornam o projeto.

Palavras-chave: Revisão da literatura, Engenharia Civil, NBR 6484, NBR 6122, Tipos de fundações.

Abstract

Shallow foundations are known for transmitting the loads of a structure to the ground in a stable manner, since they dissipate the weight of structures of various shapes that change according to the chosen settlement. Highlighting important points about foundations reinforces the need for knowledge for the safety and efficiency of the project. The objective was to highlight each particularity of shallow foundations, which is crucial for understanding the function of each structure. Therefore, it is necessary to analyze and know the soil in order to implement a solid and durable base. Demonstrating some examples of foundations and structural problems is important to understand the properties of each structure, thus broadening the point of view on the subject. The methodology used was a literature review by consulting books, standards, dissertations and articles, also using tables and images to better exemplify important points. Concluding with several examples on the interaction between foundation and soil, giving an idea of the possible scenarios that an engineer may encounter at the beginning of a project. Good planning and execution of the foundation prevents overcharging of the work, cracks, excessive settlements and even the collapse of the structure, all of these adversities generate high repair costs and threaten the lives of people around the project.

Keywords: Literature review, Civil Engineering, NBR 6484, NBR 6122, Types of foundations.

1. INTRODUÇÃO

Para criar algo duradouro e estável, deve-se começar pela base, tendo em mente o que será construído, precisa-se adequar qual fundação melhor se encaixa em determinadas circunstâncias, levando em consideração vários elementos como: tipo de solo, custo, viabilidade, segurança, cronograma, técnica de execução e até mesmo construções vizinhas.

Classificar as fundações e entender como cada uma funciona, e em que circunstâncias são úteis, previnem problemas futuros que para serem reparados exigirão altos custos ou até mesmo não poderão ser reparados. Tendo como base sustentabilidade, custo relativo e segurança, nem sempre existirá um cenário ideal no qual sabe-se exatamente que fundação usar, por haver muitas variáveis no ramo da construção civil, que vai desde falta de mão de obra especializada para execução da fundação, solos adversos até falta de recursos locais para operação, e errar na construção da base causará sérios problemas no futuro da obra ou até mesmo no início, como hiper dimensionamento de custo, recalques fora do normal, fissuras ou pior como as rupturas. Então, por meio desse artigo, pretende-se nortear ao máximo a fundação rasa ideal de acordo com as regras pré-estabelecidas, para evitar problemas futuros, já que várias obras que apresentam problemas nas fundações causam impacto desastrosos financeiramente, mas também um risco a vida das pessoas que usarão o local em questão.

O primeiro problema é entender quais escolhas e execuções da fundação, assim prevenindo futuras adversidades que um projeto poderá ter, depois a execução que deve ser dimensionada de acordo com as necessidades exigidas pela superestrutura (parte acima da fundação), e do solo (parte inferior a fundação) que receberá toda a pressão dissipada pela base.

Sabendo destes problemas, que é a escolha e a execução da fundação, tem-se a necessidade de saber como cada fundação rasa se comporta em determinado solo e como a carga colocada na dissipação desse peso atua sobre o solo, sempre buscando uma boa execução da fundação de forma que não haja corrosão, recalques prejudiciais ou patologias.

Desta forma, considerando que a má execução de uma fundação pode causar alto custo, patologias e até mesmo colapso estrutural, questiona-se: que tipo de fundações rasas utilizar em determinado projeto civil?

Objetivo geral do trabalho será identificar as particularidades das fundações rasas. Já os objetivos específicos são: detalhar o processo de sondagem na verificação se poderá ser usado uma fundação rasa; elucidar as características de cada fundação rasa e o comportamento em interação com o solo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa é uma revisão da literatura, onde serão consultados livros, normas, dissertações e artigos. Buscada em artigos acadêmicos e livros sobre o assunto. Situações encontrada na área da construção civil para escolha de sua fundação, evitando rupturas e respeitando a tensão admissível do projeto proposta também



nas normas, NBR 6122(1996) e NBR 6484 (1997), foram buscadas informações publicadas nos últimos 20 anos, visto que pouco se altera nas análises e procedimentos no solo, em livros como. Engenharia de Fundações (2015), Patologia das Fundações (2005), Estudo do ensaio spt-t e sua aplicação na prática de engenharia de fundações (2001), Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento (2007). Artigo publicado em Revista Engenharia em Ação UniToledo - PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES (2017). Palavras-chave: engenharia civil, fundação rasa, solo, patologias, dimensionamento etc.

Onde dados da pesquisa serão retirados das próprias normas da ABNT, livros para entender sobre fundações e solo caracterizado por explorar o comportamento do solo, visando o entendimento de projetos e fundações. Documentos com imagens e considerações textuais para melhor compreensão e respaldo de dados apresentados.

2.2. Resultados e Discussão

O estudo apresentará uma revisão da literatura, investigando o processo de sondagem do solo, porque há um grande risco em construir uma fundação e edificação sem conhecer o terreno, como reforça Caputo (1988) “Um dos maiores riscos que se pode correr no campo de Engenharia de Construções é iniciar uma obra sem um conhecimento tão perfeito quanto possível do terreno... o objetivo da geotécnica (assim entendendo-se os estudos afetos à Geologia Aplicada, Hidrologia, mecânica dos Solos e Mecânica das Rochas) é exatamente o de determinar, tanto quanto possível sob fundamentação científica, a interação terreno-fundação-estrutura com o fim de prever e adotar medidas que evitem recalques prejudiciais ou ruptura do terreno, com o consequente colapso da obra”.

A leitura geotécnica do terreno é de suma importância na escolha da fundação, por diferentes dissipações de pressão sobre o solo e seu comportamento.

Analizando os tipos de solos e seus comportamentos, e demonstrando como se comportam em determinadas situações, mas para entender a fundo um terreno necessita primeiro da sondagem do solo para compreender as profundas camadas que irá se trabalhar.

2.2.1 Sondagem SPT

É um dos mais utilizados tipos de sondagem do solo para análise se tem a sondagem Standard Penetration Test (SPT), em português sondagem à percussão com ensaio, que é regida pela norma ABNT NBR 6484 (1997) e há um custo retorno muito bom ao usá-la.

De acordo com Peixoto (2001, p.43) “O ensaio SPT-T, introduzido por Ranzini (1988), trouxe a possibilidade de obtenção de um parâmetro importante para o cálculo de fundações de maneira simples e barata”

A norma ABNT NBR 6484 (1997) diz que o ensaio consiste em um tubo colocado perpendicular ao chão que será golpeado por um peso conhecido e por uma altura também padronizada, a cada golpe do peso no cilindro ele irá perfurar o solo assim coletando amostras de solo de cada camada, nesse processo também se coleta o número de golpes e quanto cada golpe avançou sobre o solo, sendo um processo relativamente barato e prático com um bom custo-benefício, porém não usado em situações onde há rochas “duras” no solo, por motivo do aparelho não avançar as camadas necessárias para amostragem, podendo usar outro tipo de sondagem para análise como a sísmica ou rotativa.

A figura 1 demonstra todos os componentes do equipamento SPT e norteia como ele

funciona na coleta do solo.

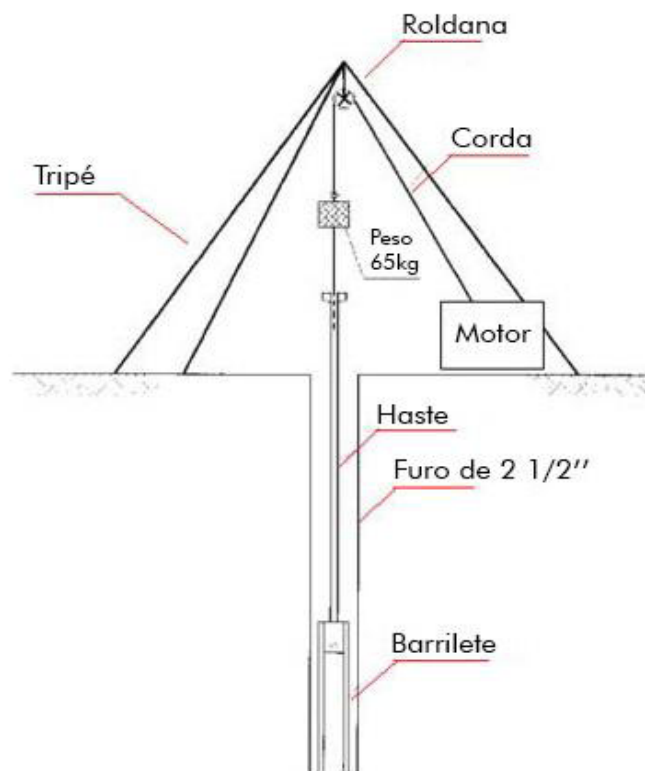


Figura 1. Esquemática SPT

Fonte: Guia da engenharia (2018)

A norma leva em consideração os números de golpes exigidos para ultrapassar cada metro do solo, e as fundações rasas necessitam de uma boa resistência nos primeiros metros de profundidade do solo e deve se estender até duas vezes a área da fundação de acordo com BERBERIAN (2015), já que essa será a área de atuação do peso da estrutura.

A sondagem SPT também coleta três dados importantes para análise do solo, como aponta a norma NBR 6484 (1997), o tipo de solo que se tem nas respectivas camadas, o local do nível de água e os índices de resistência do solo aos golpes. Cada quantidade de golpes por metro dependendo do solo se designa uma nomeação, que será levado em conta na hora de viabilizar ou não a acoplagem da fundação.

Abaixo o quadro disponibilizado pela ABNT NBR 6484 (1997) nomeando os solos pela quantidade de golpes da sondagem SPT.

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	> 40	Muito compacta(o)

Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	> 19	Dura (o)

As expressões empregadas para a classificação da compactidade das areias (fofa, compacta, etc.), referem-se à deformabilidade e resistência destes solos, sob o ponto de vista de fundações, e não devem ser confundidas com as mesmas denominações empregadas para a designação da compactidade relativa das areias ou para a situação perante o índice de vazios críticos, definidos na Mecânica dos Solos.

Quadro 1. estados de compactidade e consistência do solo

Fonte: ABNT NBR 6484 (1997)

Nota-se a uma menor exigência no número de golpes da argila em comparação com a areia já que ela tem uma maior coesão entre os grãos, que conta bastante na hora da escolha de uma fundação rasa para obras de pequeno porte.

Conhecendo o solo precisa-se saber quanto de carga irá sobre ele e a fundação, para fundação rasas se usa o fator de segurança global mínimo de 3,0 dado pela ABNT NBR 6122 (1996), mas pode variar de acordo com a análise geotécnica do solo visto que 3,0 é um fator bem alto que aumenta consideravelmente o custo da fundação, mas que se é necessário pelo fato do solo ser algo muito incerto.

2.2.2. Propriedades das fundações rasas

De acordo com a norma da ABNT NBR 6122 (1996) a definição de fundação rasa é uma base com a profundidade duas vezes menores do que a sua largura, onde as forças estruturais do projeto são transmitidas predominantemente ao solo por pressão, já no livro Engenharia de fundações Berberian (2015) acrescenta que elas não são capazes de transmitir carga por atrito lateral, fazendo uma boa oposição às fundações profundas que muitas vezes usam esse tipo de resistência como diz a NBR 6122 (1996) “Elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação”.

Usando como base a descrição da NBR 6122 (1996) sobre as fundações superficiais têm menor custo em comparação às profundas, e execução mais simples, por não exigir maquinários complexos, porém elas dissipam a carga estrutural de forma limitada, por elas dissiparam o peso estrutural apenas nos primeiros metros superficiais do solo explicado por Rebello (2008).

Suas classificações se adaptam bem em obras de pequeno porte, fazendo com que sejam alicerces facilmente viáveis na transferência de força do projeto diretamente na parte superficial do solo.

2.2.3 Fundação em sapatas

As sapatas são estruturas flexíveis de concreto armado, o concreto e o aço são bastante utilizados nas estruturas de fundações por se complementarem, o concreto com uma

ótima resistência a compressão e o aço a tração. De acordo com a NBR 6122/1996 Elemento de fundação superficial em concreto armado projetado de maneira a não permitir que as tensões de tração geradas sejam suportadas pelo concreto, mas sim pela utilização de armaduras de forma predominante.

Quanto maior o peso da estrutura mais larga deve ser a sapata já que de acordo com a norma 6122 (1996) a sua base não pode ser inferior a 60 cm, e que o solo de apoio não fique exposto ao intemperismo visto que a oxidação no longo prazo causa deterioração e perda da capacidade de resistência.

Elas podem ser divididas comumente em sapatas isoladas e corrida como está demonstrada na figura 2 e 3 e em formatos retangular, quadrado, circular etc.

A sapata isolada, Rebello (2008) define-a como “uma placa de concreto armado cujas dimensões em planta são da mesma ordem de grandeza” recebe o peso de estruturas importantes para o sustentamento da obra como pilares ou colunas e é estruturada do formato da Figura 2.

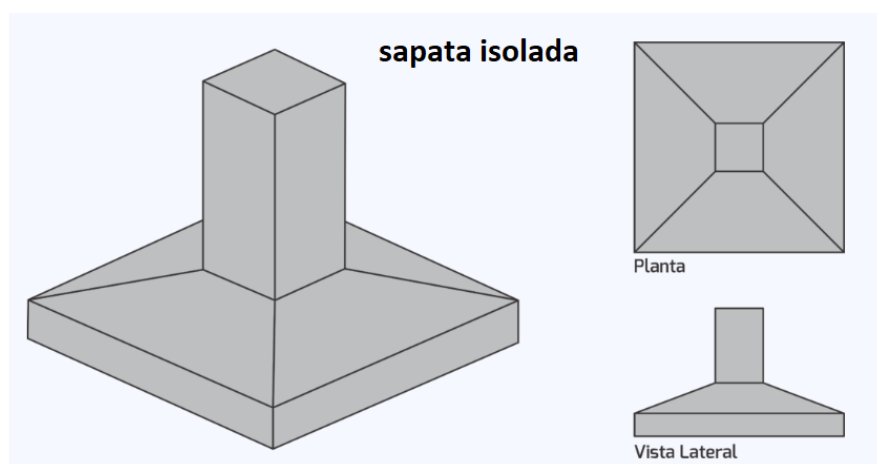


Figura 2. Sapata isolada, usada em pilares

Fonte: utilizandobim.com (2020)

Em seu livro Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento, Rebello (2008) disponibilizou uma imagem demonstrando como a atuação do peso estrutural se dissipa no solo, formando um bulbo de tensão que atinge duas vezes o tamanho da base da sapata, possibilitando o melhor entendimento da tensão gerada pelo peso de acordo com a Figura 3.

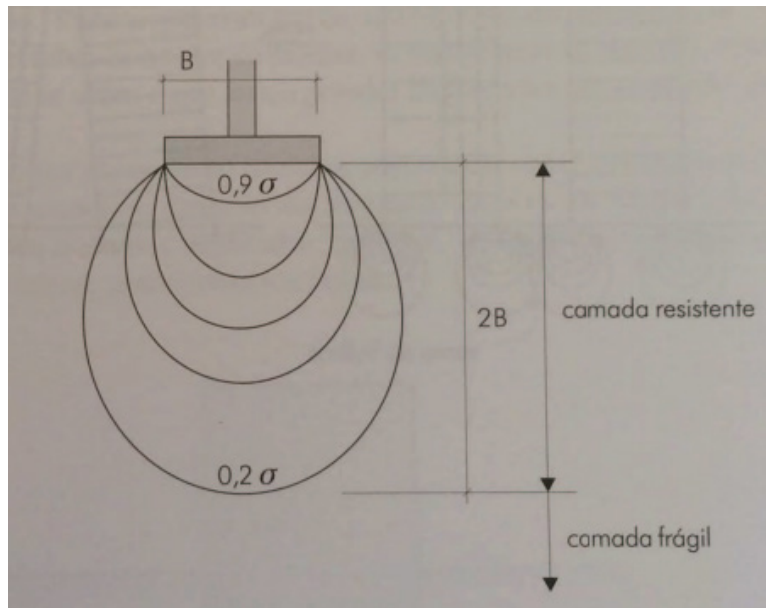


Figura 3. Ilustração da tensão se dissipando no solo (bulbo de tensão)

Fonte: Rebello (2008) p.55

Demonstrando até onde as forças atuam nas profundidades do solo sendo necessária a resistência ideal por toda essa área.

Já a sapata corrida sustenta cargas com maior comprimento de atuação sobre o solo como muros distribuindo de forma lineares, ela atua no solo de forma similar à sapata isolada, com a diferença de alongar a pressão de carga por uma área linear/contínua maior de acordo com (Rebello, 2008), como sapata corrida da a figura 4 demonstra.

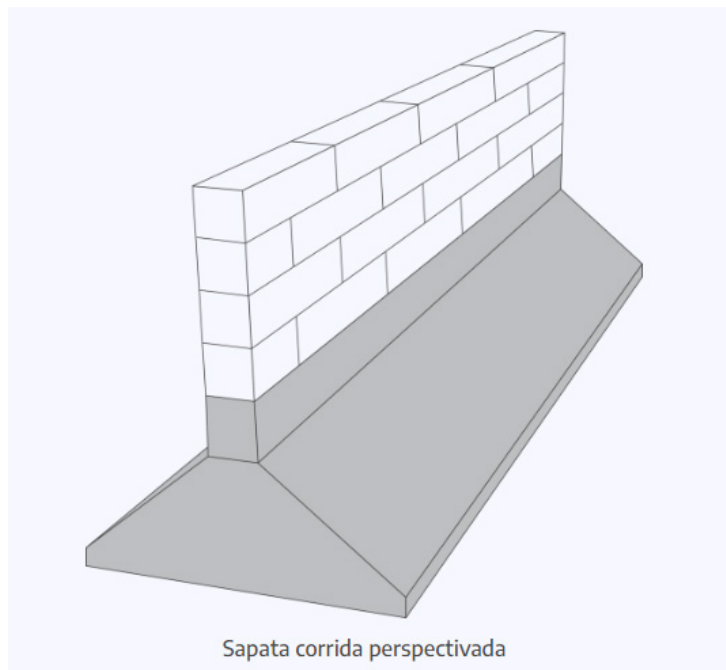


Figura 4. Sapata corrida, usada em muros e estruturas contínuas

Fonte: utilizandobim.com (2020)

Rebello (2008), destaca que nem sempre o solo apresentará características métricas iguais no decorrer da sapata, essas deformidades podem causar sérios problemas futuros como fissuras ou trincas.

2.2.4 Fundação em bloco

A fundação em bloco segue o mesmo modelo das sapatas, porém ela não é feita por concreto armado, apenas por concreto como mencionado em na NBR 6122 (1996) “Elemento de base superficial em concreto projetado de forma a suportar as tensões de tração internas sem a exigência de reforço adicional”. Necessário um solo resistente e um maior dimensionamento sempre acima dos 60 cm, solo superficial com bom suporte é similar a ilustração abaixo.



Figura 5. Bloco de Fundação

Fonte: Researchgate (2017)

De acordo com ABNT NBR 6122 (1998) a face superior do bloco pode ser inclinada ou escalonada, e predominantemente base com formatos retangular, quadrada e trapezoidal.

2.2.5 Fundação Radier

O radier é um ótimo dissipador de peso da estrutura geral, visto que ele é uma grande placa de concreto armado que abrange toda a área estrutural do projeto. “Elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos (por exemplo: tanques, depósitos, silos, etc.).” (NBR 6122/1998 p.2). De acordo com Ribeiro (2010) se pensa em utilizar radier quando as dimensões das sapatas são muito grandes, e quando o solo tem baixa resistência e não se mostra viável a uma fundação profunda, a figura 6 abaixo exemplifica um radier.

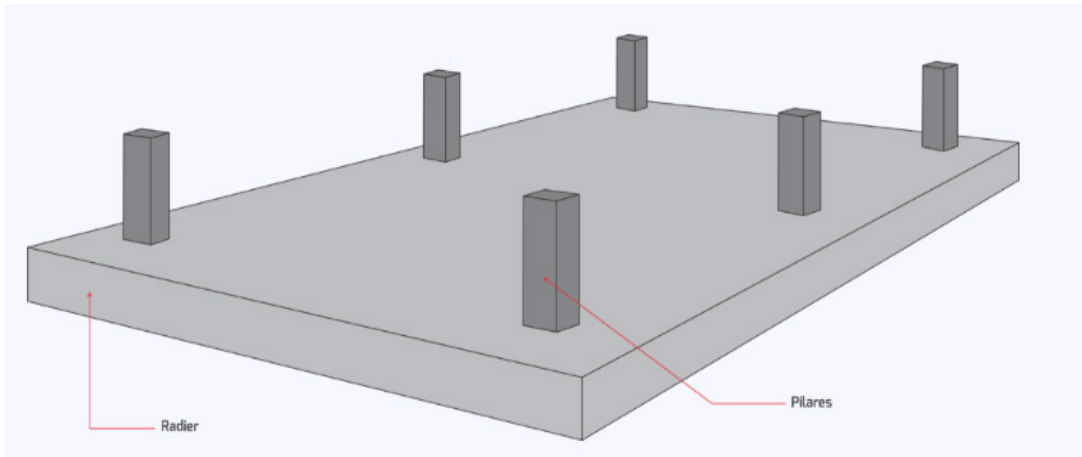


Figura 6. Radier em perspectiva
Fonte: utilizandobim.com (2020)

O autor Ribeiro (2010), destaca que o radier é uma ótima opção caso necessite de um recalque uniforme, visto que ele é uma estrutura que une os pilares impedindo que haja uma grande variação de recalque entre eles.

2.2.6 Patologias nas fundações

De acordo com Milititsky (2005), a falta ou falha de investigação no subsolo é a causa mais frequente de problemas em projetos, com uma boa investigação do solo é possível achar um fator de segurança adequado para o projeto, dando uma maior segurança, reduzindo o alto custo e evitando recalques excessivos consequentemente reduzindo os surgimentos de patologias iniciais e futuras.

A ausência de investigação causa vários problemas em fundações superficiais, os mais comuns Koga (2017) destacaram no quadro 2 abaixo.

Tipo de Fundação	Problemas Típicos Decorrentes
Fundações Rasas	Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura.
	Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques diferenciais.
	Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando em grandes deformações.
	Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferente, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais.
	Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grandes deslocamentos da fundação.

Quadro 2. Principais problemas que ocorrem em fundações rasas
Fonte: Koga (2017)

Quando aplicado uma carga no solo resultará em uma deformação chamada recalque, de acordo com Rebello (2008) essa deformação causa movimento na fundação, e dependendo da intensidade de movimento pode trazer riscos à superestrutura.

Diferentes tipos de recalques causam fissuras nas estruturas, quando se tem a base mal executada, abaixo na figura 7 demonstra os esforços e os danos causados por diferen-

tes recalques.

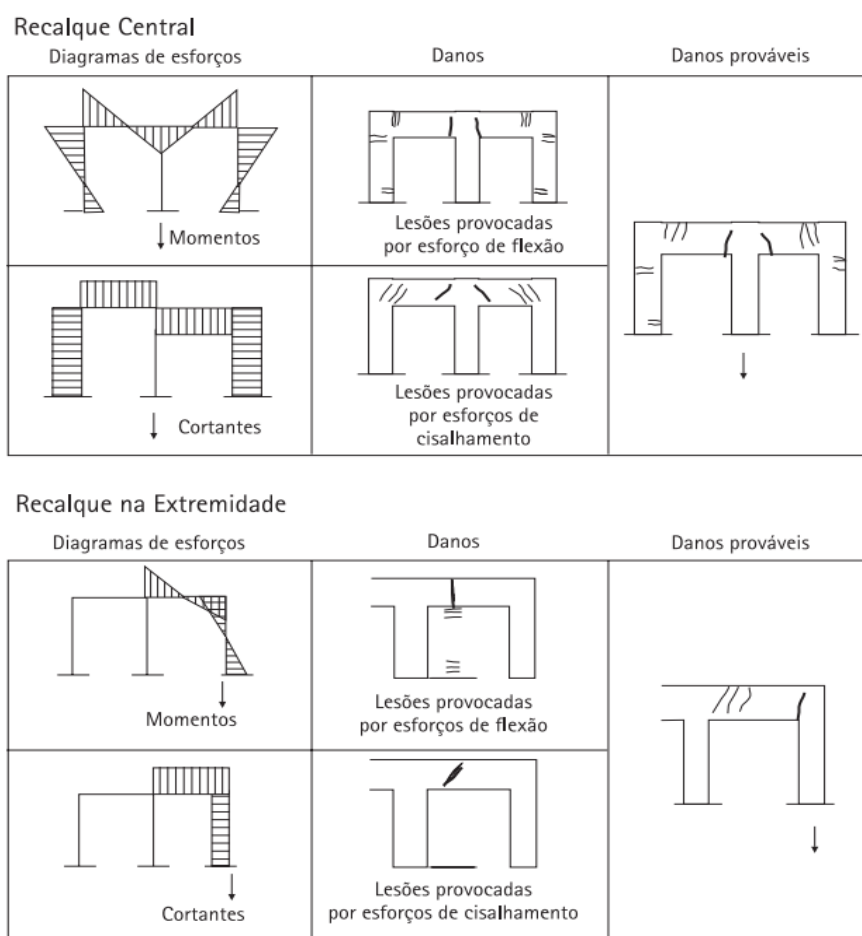


Figura 7. Prováveis diagramas de esforços e fissuras em estruturas de concreto por recalques de fundações

Fonte: Milititsky (2005)

Primeiro fato relevante é que é necessária uma análise do solo para entender os principais pontos que são: o tipo de solo em cada camada, o local do nível de água, e os dados da resistência do solo aos golpes.

Visto o resultado da análise geotécnica entende-se melhor a áreas que será trabalhada, as fundações rasas dissipam o peso estrutural nas camadas superficiais do solo, logo se ver interessante um nível de rigidez do solo alto na área de contato com a base, a norma ABNT NBR 6122 dá um fator de segurança global mínimo de 3,0 ou seja a capacidade de carga máxima da fundação precisa ser três vezes maior do que o valor de carga esperado, mas esse valor pode variar de acordo com o estudo geotécnico do solo e os teste feitos em campo que reflete significativamente no custo da obra.

As fundações rasas são utilizadas em obras de pequeno porte, por usar apenas forças de pressão para dissipar a carga sobre o solo e atuar mais na parte superficial, elas são facilmente viáveis por ter uma rápida construção e um bom custo.

Nas variantes de fundações superficiais temos a sapata isoladas, é feita de concreto armado, apresentam ótima dissipação do peso nos pilares e colunas da estrutura, dando uma boa estabilidade, durabilidade e segurança estrutural em projetos. Já a sapata corrida é bastante usada em cargas extensas como muros, ambas as sapatas são limitadas a terrenos com variações de altura, tendo dificuldades na execução e estabilidade.

A fundação em bloco é similar a sapata, mas não se usa concreto armado o que dimi-

nui o custo, mas em contraproposta diminui a sua capacidade de tração proporcionada pelo ferro, necessita de um solo resistente, porém tem uma fácil e rápida execução.

O radier abrange todos os pilares do projeto, distribui muito bem todo peso estrutural sobre a superfície do terreno o que lhe proporciona um baixo índice de recalque, rápida execução.

Artigos sobre patologias em fundações rasas publicado por Koga (2017), definiu que o principal pontos que a falta de estudo do solo ocasiona em problemas nas fundações são as tensão de contato excessivo, o solo está sendo submetido a uma força acima do que ele suporta, por falta de estudo prévio do solo muitas obras são iniciadas indevidamente sem a sondagem, omitindo valores essenciais para o início do projeto, de acordo com Dickran Berberian (2015) e Rebello (2008) é necessário achar a parte do solo com resistência maior que 20 de SPT para o solo ser considerado resistente com o ideal de 25, mesmo o solo sendo superficial o as forças são dissipadas nas camadas abaixo como mostrou Rebello (2008) nos bulbos de tensões causado pelas sapatas, os autores recomendam pelo menos duas vezes o maior lado da base em profundidade do solo seja resistente para o uso da fundação superficial.

Rebello (2008) em seu livro citou como a interferência entre os bulbos de tensões causaram a colisão do solo e desvitalizou dois prédios na orla de Santos, mesmo a parte que foi colocada a fundação sendo de resistência 20, abaixo tinha camadas argila marinha sem resistência alguma a cargas, essa falta de resistência profunda somado aos bulbos criados por prédios próximos acabou fazendo uma inclinação nos prédios.

3. CONCLUSÃO

No geral as fundações rasas têm um menor custo, fácil e rápida execução, poucos impactos ambientais, e se adaptam bem aos diferentes tipos de solo, porém há uma limitação de carga estrutural para esse tipo de fundação, o que restringe o uso delas apenas para obras de pequeno porte, além um solo de boa resistência para a sua implementação e evita-se utilizar em projetos que necessitam de esforços laterais por elas não terem essa propriedade.

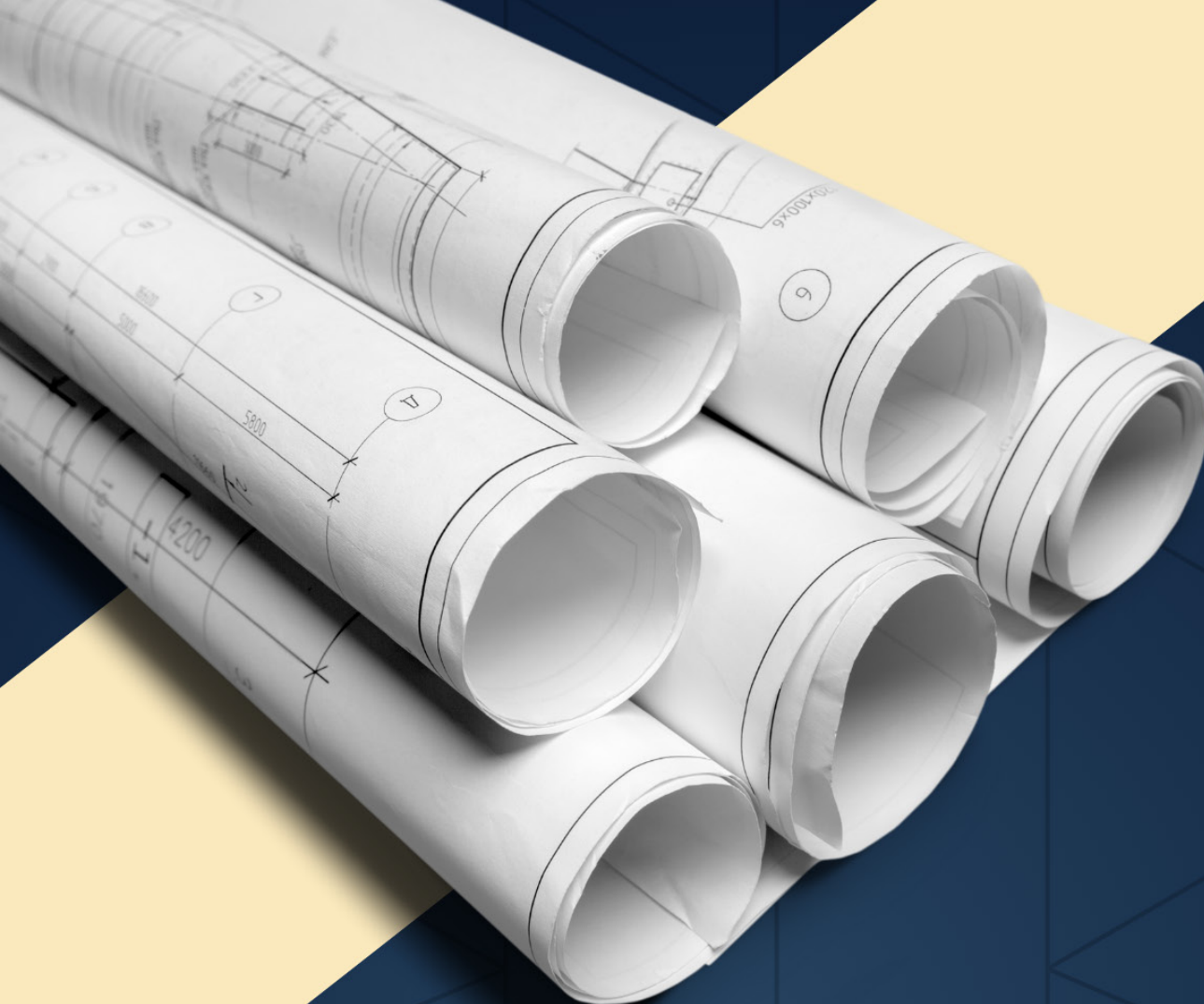
Há um grande risco se não houver uma verificação do terreno antes da execução da fundação, pelo fato da fundação rasa ser dependente da estabilidade do solo, visto que é onde a peso da carga estrutural é alocado, necessário ver o nível de água, caso a esteja muito próximo a superfície causará problemas.

Existe vários tipos de fundações superficiais o que tornam elas bastante versáteis nos projetos de pequeno porte, todas oferecendo diferentes distribuições de carga para o projeto, mas deve se evitar o uso em terrenos desnivelado devido à dificuldade de execução e pouca resistência a forças laterais podendo causar problemas como recalque.

Essas fundações chamam atenção pelo seu custo, que é relativamente barato se comparado a uma fundação profunda, porém se vê necessário a vários requisitos para seu uso com segurança, como a análise de resistência do solo, necessitando suportar o peso estrutural já nos seus primeiros metros de solo, visto que a transmissão de carga estrutural é passada de forma direta para o assentamento e a uniformidade do solo por essas fundações não suportarem forças laterais.

Referências

- ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 1996.
- ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6484: **Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1997.
- BERBERIAN, Dickran Berberian. **Engenharia de Fundações**: Engenharia de fundações passo-a-passo. Brasília: Infrasolo, 2015.
- CAPUTO, Homero Pinto Caputo. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações – Fundamentos volume 1**. 6ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 1988.
- Researchgate. **Bloco de Fundação**. 31/01/2017 / Por Ajay Chourasia Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/a-Precast-Foundation-block_fig4_322266055.%20Acesso%20em%2002/09/23.
- Guia da engenharia. **Esquemática SPT**. Ensaio SPT: **aprenda como interpretar os resultados**. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/resultado-ensaio-spt/>. acesso em: 24 mai.2022.
- KOGA, Letícia Midori; MIRANDA, Maicon de Oliveira; BERTERQUINI, Aline Botini Tavares. **Revista Engenharia em Ação UniToledo - PATOLOGIAS DAS FUNDAÇÕES**, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01, p. 16-31, jan./ago. 2017.
- RIBEIRO, MARCO ANTÔNIO AMANCIO RIBEIRO. **Análise Comparativa de Métodos Utilizados no Cálculo da Interação Solo-Radier**. 2010. 101 f., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das Fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- PEIXOTO, Anna Silvia Palcheco Peixoto, **Estudo do ensaio spt-t e sua aplicação na prática de engenharia de fundações**. 2001. Tese (Doutorado) - faculdade de engenharia agrícola, universidade estadual de campinas, São Paulo, 2001.
- REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. Fundações – **Guia Prático de Projeto, Execução e Dimensionamento**. São Paulo: Ziguarte, 2008.
- Utilizandobim. **Radier em perspectiva** 14/10/2020 / Por José Darós / Arquitetura Disponível em: <https://utilizandobim.com/wp-content/uploads/2020/09/6-radier-fonte-nossa-1024x373.png> . Acesso em 04/11/22.
- Utilizandobim. **Sapata isolada, usada em pilares**: 14/10/2020 / Por José Darós / Arquitetura Disponível em: <https://utilizandobim.com/wp-content/uploads/2020/09/1-sapata-isolada-fonte-nossa-1024x521.png> . Acesso em 04/11/22.
- Utilizandobim. **Sapata corrida**, usado em muros e estruturas contínuas 14/10/2020 / Por José Darós / Arquitetura Disponível em: <https://utilizandobim.com/wp-content/uploads/2020/09/2-Sapata-Corrida-Fonte-nossa-1-970x1024.png> . Acesso em 04/11/22.



14

FORMA ADEQUADA DE PREPARAÇÃO DO TERRENO PARA A CONSTRUÇÃO

**PROPER WAY OF PREPARING THE LAND FOR
CONSTRUCTION**

**Christian Felix de Sousa Cruz
Rodrigo de Almeida Lima Pereira
John Victor Moraes dos Santos**

Resumo

Este artigo discute o preparo adequado de áreas para a construção de edificações com um enfoque preciso na identificação das técnicas apropriadas e na descrição dos métodos fundamentais envolvidos nesse processo. Com objetivo em destacar a importância do preparo de terrenos como um fator determinante para o sucesso da construção civil. A preparação inadequada do terreno é uma das principais causas de degradação das edificações, podendo ocasionar problemas que afetam vários elementos de sua estrutura com infiltração, rachaduras e desabamentos. O artigo apresenta a preparação do terreno para uma edificação, a forma adequada de preparação e a preparação realizada de forma sustentável. Ao longo do artigo, observa-se as técnicas mais relevantes que incluem a análise detalhada do solo, a avaliação de condições ambientais, a drenagem eficaz e a compactação apropriada. Além disso, mostra-se os métodos cruciais para preparar o terreno de forma adequada, incluindo a remediação de solos contaminados, a escavação precisa e o nivelamento adequado. Observa-se como a escolha criteriosa dessas técnicas e métodos influencia positivamente a segurança e durabilidade das edificações, bem como o impacto ambiental do processo de construção. A metodologia de pesquisa utilizada envolveu uma revisão bibliográfica de livros, teses, dissertações e artigos científicos publicados nos últimos dez anos. Este trabalho será voltado para profissionais da construção, engenheiros, arquitetos, comunidade acadêmica e todas as partes interessadas envolvidas na criação de edifícios seguros, duráveis e sustentáveis. A preparação adequada do terreno é uma base sólida para o sucesso de futuros projetos de construção.

Palavras-chave: Preparo, Solos, Sustentabilidade, Construção, Tecnologias

Abstract

This article discusses the proper preparation of areas for the construction of buildings with a precise focus on the identification of the appropriate techniques and the description of the fundamental methods involved in this process. In order to highlight the importance of land preparation as a determining factor for the success of civil construction. Inadequate ground preparation is one of the main causes of degradation of buildings, which can cause problems that affect various elements of their structure with infiltration, cracks and collapses. The article presents the preparation of the land for a building, the proper preparation and the preparation carried out in a sustainable way. Throughout the article, the most relevant techniques are noted, which include detailed soil analysis, assessment of environmental conditions, effective drainage, and appropriate compaction. In addition, the crucial methods for properly preparing the land are shown, including remediation of contaminated soils, accurate excavation, and proper leveling. It is observed how the careful choice of these techniques and methods positively influences the safety and durability of buildings, as well as the environmental impact of the construction process. The research methodology used involved a bibliographic review of books, theses, dissertations and scientific articles published in the last ten years. This work will be aimed at construction professionals, engineers, architects, the academic community and all stakeholders involved in the creation of safe, durable and sustainable buildings. Proper land preparation is a solid foundation for the success of future construction projects.

Keywords: Tillage, Soils, Sustainability, Construction, Technologies



1. INTRODUÇÃO

Assegurar uma preparação adequada do terreno é fundamental para garantir a segurança e a durabilidade das construções. A escolha criteriosa e a execução das técnicas de preparação são vitais para evitar problemas futuros, como fissuras, desmoronamentos e colapsos, que colocam em risco a integridade das edificações e a vida dos ocupantes. Além disso, a preparação inadequada do terreno pode ter impactos ambientais significativos.

A falta de preparação adequada não apenas expõe as construções a sérios riscos, mas também desencadeia efeitos adversos no meio ambiente. Esses impactos abrangem desde a erosão do solo até a possível contaminação ambiental e a perda de biodiversidade. Portanto, a relação entre uma preparação cuidadosa do terreno e a responsabilidade ambiental é crucial para promover práticas de construção sustentáveis. Para mitigar tais riscos e garantir a integridade das edificações e do ecossistema circundante, é imperativo investir na preparação adequada do terreno desde o início de qualquer projeto de construção.

De que maneira o terreno pode ser preparado para garantir a construção de uma boa edificação? Diante desse contexto esse estudo tem como objetivo geral é apresentar o preparo adequado de áreas para a construção de edificações, e os objetivos específicos são identificar as técnicas adequadas para o preparo do terreno de construções e relatar os métodos adequados para a preparação de terrenos para as construções.

A identificação das técnicas adequadas para o preparo do terreno de construções é fundamental para o sucesso de qualquer empreendimento imobiliário. Esse processo desempenha um papel crucial na garantia da estabilidade, segurança e durabilidade das estruturas que serão erguidas. A escolha das técnicas corretas envolve uma análise minuciosa das condições do terreno, como tipo de solo, topografia, umidade, e a finalidade da construção. Além disso, leva em consideração fatores ambientais e regulatórios.

Relatar os métodos adequados para a preparação de terrenos para a construção é fundamental, fornecendo um guia abrangente sobre técnicas de escavação, compactação do solo, drenagem e segurança. Esses relatórios são essenciais para orientar profissionais e partes interessadas, assegurando a conformidade com regulamentações e promovendo a eficiência e segurança no projeto.

Este estudo visa contribuir com profissionais da área, engenheiros, arquitetos e outros envolvidos no processo de construção, fornecer informações para a tomada de decisões mais conscientes e responsáveis em relação à preparação do terreno. Contribuirá com a sociedade para conscientizar em relação aos impactos da construção de edificações e promover ações mais sustentáveis em relação ao meio ambiente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia deste trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sistemática da literatura especializada sobre o tema da preparação do terreno para construção, com foco em artigos científicos, livros e normas técnicas publicados nos últimos 10 (dez) anos. Foram realizadas buscas em sites acadêmicos como Scientific Electronic Library Online – Scielo, Google acadêmico. No entanto, foi preciso buscar em fontes datadas antes de 2013, devido à falta de certas informações nas versões mais recentes. As palavras-chaves utilizadas nas

buscas foram: Problemas; Solos; Impactos Ambientais.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 A Preparação do Terreno

A preparação adequada do terreno é um processo crucial na construção de edificações seguras e duráveis. Segundo Helene e Sabbatini (2002), a preparação do terreno consiste em uma série de atividades que visam deixar o solo apto para receber a construção, de forma a garantir sua estabilidade e segurança. Essas atividades podem incluir a remoção de materiais indesejados, como rochas, raízes e outros detritos, a compactação do solo para aumentar sua resistência e a realização de estudos geotécnicos para avaliar as características do solo.

Ainda Segundo Helene e Sabbatini (2002), a preparação do terreno deve levar em consideração as condições climáticas, topográficas e geológicas do local, bem como as exigências da construção a ser realizada. Por exemplo, terrenos com inclinação acentuada podem exigir técnicas de contenção de encostas, enquanto solos argilosos podem requerer o uso de geotêxteis para evitar problemas de instabilidade.

De acordo Mário A. C. Neto (1996), a preparação adequada do terreno é um dos fatores mais importantes para a segurança e estabilidade da construção, uma vez que as fundações são a base de qualquer edificação. Neto destaca a importância da realização de estudos geotécnicos para avaliar as condições do solo e a escolha da técnica de fundação mais adequada, levando em conta as características do terreno e as exigências da construção.

Portanto, a preparação do terreno para construções é um processo essencial para garantir a segurança e durabilidade da edificação. É fundamental que os profissionais envolvidos na construção estejam capacitados e atualizados em relação às técnicas e tecnologias mais adequadas para cada tipo de solo e localização geográfica e hidrogeológicas, bem como às normas e regulamentações aplicáveis.

Segundo Quaresma (2019), antes de iniciar o processo de construção, uma fase essencial é a investigação do terreno, um procedimento indispensável em todos os tipos de construção. Isso ocorre porque fornece informações essenciais para a criação de um projeto que leva em consideração as características do solo, que, dependendo de suas propriedades, podem tornar inviável a execução da obra. Embora seja possível abordar tecnicamente quaisquer desafios encontrados, é importante notar que o custo associado à realização dessas atividades pode encarecer significativamente os projetos.

Para uma análise geotécnica de forma precisa, contasse com um engenheiro especializado que possa determinar os parâmetros necessários. Existem dois tipos de ensaios amplamente utilizados: o PD (Penetrômetro Dinâmico Contínuo), considerado um método mais direto, e o SPT (Standard Penetration Test), que requer a perfuração prévia do solo, o que pode alterar suas características naturais. No entanto, o SPT oferece informações detalhadas e contínuas sobre a resistência à penetração em diferentes camadas do solo, informações que podem ser cruciais. (ISSMFE 1989, CORDEIRO 2004).



Figura 1. O PD ou PDC (Penetrômetro Dinâmico Continuo).

Fonte: WF Fundações (2016).

Segundo Mohammadi *et al.* (2008) destacam que o ensaio do Penetrômetro Dinâmico (DP) apresenta várias vantagens, incluindo a sua utilidade em terrenos de difícil acesso, a necessidade de menos pessoas para a sua realização e o custo reduzido do equipamento. Portanto, o DCP se revela uma ferramenta que merece consideração tanto no controle da capacidade de carga de fundações diretas quanto na supervisão da compactação de aterros.”

Entre as limitações do aparelho, destaca-se a impossibilidade de utilização em todos os tipos de solo, pois, se o solo for muito resistente, a penetração do aparelho não é viável sem causar danos ao equipamento.



Figura 2. A sondagem a percussão SPT (Standard Penetration Test).

Fonte: WF Fundações (2016).

Conforme a NBR 8036 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983, p.1) o número mínimo de sondagens deve ser de duas perfurações para áreas de até 200 m² de projeção em planta, três para área entre 200 m² e 400 m² e para os casos em que não houver ainda disposição em planta dos edifícios, como nos estudos de viabilidade de construção ou de escolha do local, o número de sondagens deve ser fixado de forma que a distância máxima entre elas seja de 100 m, com um mínimo de três sondagens.

2.2.2 Preparação Adequada

Segundo Tumialán *et al.* (2018), a preparação do terreno envolve uma série de atividades que visam a adequação do solo para a construção de uma fundação segura, incluindo o nivelamento, compactação, reforço, escavação e drenagem do solo. Essas atividades devem ser realizadas de acordo com as normas e regulamentos específicos para cada tipo de solo e localização geográfica, a fim de garantir a segurança da estrutura.

Esse mesmo pensamento é compartilhado com Brito *et al.* (2017) quando diz que, as normas e regulamentações específicas para a preparação do terreno são importantes para garantir que as técnicas e tecnologias mais adequadas sejam utilizadas em cada caso, levando em consideração as particularidades do solo e da localização geográfica.” (Brito *et al.*, 2017).

Ainda segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2015, p. 11), as fundações são vistas como elementos de conexão entre as estruturas e o solo, e eles afirmam que o desempenho das fundações está estreitamente relacionado com a resposta do solo quando sujeito a cargas transmitidas pelos componentes estruturais das fundações.

A escolha inadequada de técnicas e tecnologias na preparação do terreno pode levar a problemas graves, como rachaduras nas paredes, desabamentos e colapsos. Para evitar esses problemas, é importante seguir as melhores práticas e tecnologias disponíveis para a preparação do terreno, como apontado por Sabri *et al.* (2020), que destacam a importância da escolha dos materiais corretos e da realização de testes de solo para avaliar a capacidade de carga do solo.

Uma das técnicas mais utilizadas é a técnica envolve a mistura de cal, geralmente na forma de cal hidratada ou cal virgem, com o solo existente. Essa mistura cria uma série de reações químicas e físicas que podem melhorar significativamente as propriedades do solo.

Segundo Guimarães (2002), a incorporação de cal no solo é fundamentada na complexa interação de elementos presentes no solo, como argila e quartzo, em conjunto com a influência de fatores ambientais como temperatura, água, ar (dióxido de carbono), bem como o tipo e a quantidade de cal empregados. Essa interdependência resulta em uma série de reações, abrangendo tanto aspectos químicos quanto físicos do solo. Dado que a estabilização do solo com cal é predominantemente um processo químico que exerce grande impacto na fração de argila do solo, o conhecimento aprofundado dessa fração do solo se torna de relevância crucial.

Ainda segundo Guimarães (2002), solos de textura fina demonstram um desempenho satisfatório quando sujeitos à estabilização com cal, desencadeando processos de trocas catiônicas e floculação que exercem efeitos positivos em características físicas cruciais. Isso inclui o aumento da resistência, aprimoramento da trabalhabilidade com maior facilidade de mistura e compactação, modificações na distribuição granulométrica, plasticidade e redução da expansibilidade.



Figura 3. Limpeza do terreno.

Fonte: JLuiz Construções (2019).

A imagem apresentada na figura 3, mostra um terreno de uma construção de uma residência, no qual estava sendo feito o processo de terraplanagem da obra. A terraplanagem cria as condições ideais para uma base sólida, controla a água, garante a inclinação adequada e contribui para a eficiência do projeto.

Essas ações são necessárias para manter o perfil do solo promover a utilização de terrenos para construção de engenharia e facilitar o planejamento de obras e projetos, ou seja, a transformação do terreno existente num terreno que permita a realização das atividades da forma esperada (SHIMIZU, 2002).

2.2.3 Preparação do Terreno Realizada de Forma Sustentável

A preparação do terreno para construções de forma sustentável é um tema cada vez mais importante na indústria da construção. Segundo Alves e Ribeiro (2018), a construção sustentável envolve a utilização de técnicas, tecnologias e materiais que visam reduzir os impactos ambientais da construção, desde a sua fase de planejamento até a fase de operação e manutenção do edifício.

Segundo Silva *et al.* (2020). A preparação do terreno pode ser realizada de forma sustentável através da utilização de técnicas como a recuperação de áreas degradadas, a utilização de materiais reciclados e a redução do consumo de água e energia durante a construção.

Além disso, é importante considerar as características do solo e do meio ambiente local durante a preparação do terreno, a fim de minimizar os impactos ambientais da construção. Segundo Santos *et al.* (2020), a avaliação das características do solo pode ajudar a identificar técnicas mais adequadas para a preparação do terreno, como a utilização de técnicas de bioengenharia para estabilização de encostas e margens de rios.

Portanto, a preparação do terreno para construções de forma sustentável é uma prática essencial para garantir a proteção do meio ambiente e a preservação dos recursos naturais. Autores como Alves e Ribeiro (2018), Silva *et al.* (2020) e Santos *et al.* (2020) são importantes referências no campo da construção sustentável e oferecem ideias valiosas sobre a preparação do terreno de forma sustentável.

A preparação do terreno deve ser realizada de forma cuidadosa e criteriosa, levando

em consideração as características do solo e do meio ambiente local, a fim de minimizar os impactos ambientais da construção (Silva *et al.*, 2020).

Para uma preparação de forma sustentável, o estudo hidrogeológicas do terreno antes do início da construção exerce um papel muito importante pois ajuda a evitar impactos negativos, como deslocamento do solo e contaminação da água subterrânea. Antes de qualquer rebaixamento de lençol freático. É essencial conduzir esse estudo hidrogeológico detalhado para entender as características do lençol freático local, como seu nível, taxa de recarga e impacto nas áreas ao redor.

Segundo Botelho (2016, p. 101), quando o solo na camada superficial não apresenta capacidade de suporte adequada ou quando o lençol freático estiver em um nível elevado, é necessário recorrer ao solo mais profundo para sustentar as cargas da construção.

Segundo Jamieson (2010). A sustentabilidade é um conceito que pode ser integrado em qualquer ambiente e trabalho. Não se trata apenas de reciclar ou recolher água da chuva, trata-se de planejar, transformar cidades e revolucionar a forma como vivemos, pensamos, produzimos e consumimos.

Portanto, é fundamental que as empresas e profissionais envolvidos na construção de edificações sejam capacitados e estejam atualizados em relação às técnicas, tecnologias e normas aplicáveis à preparação do terreno, garantindo a segurança e sustentabilidade das construções. Além disso, é importante que as autoridades governamentais promovam a criação de normas e regulamentações mais rigorosas e eficazes, visando à proteção da vida humana e do meio ambiente.

3. CONCLUSÃO

Nesse artigo, foi abordado o preparo adequado de áreas para a construção de edificações, e identificar as técnicas adequadas para o preparo do terreno de construções relatando os métodos adequados para a preparação de terrenos. As pesquisas bibliográficas permitiram identificar a importância de uma boa preparação do terreno antes da construção e para evitar os principais problemas causado pela falta dela, a fim de evitar o risco a saúde dos ocupantes das edificações, as perdas financeiras e proporcionar uma vida útil maior a edificação.

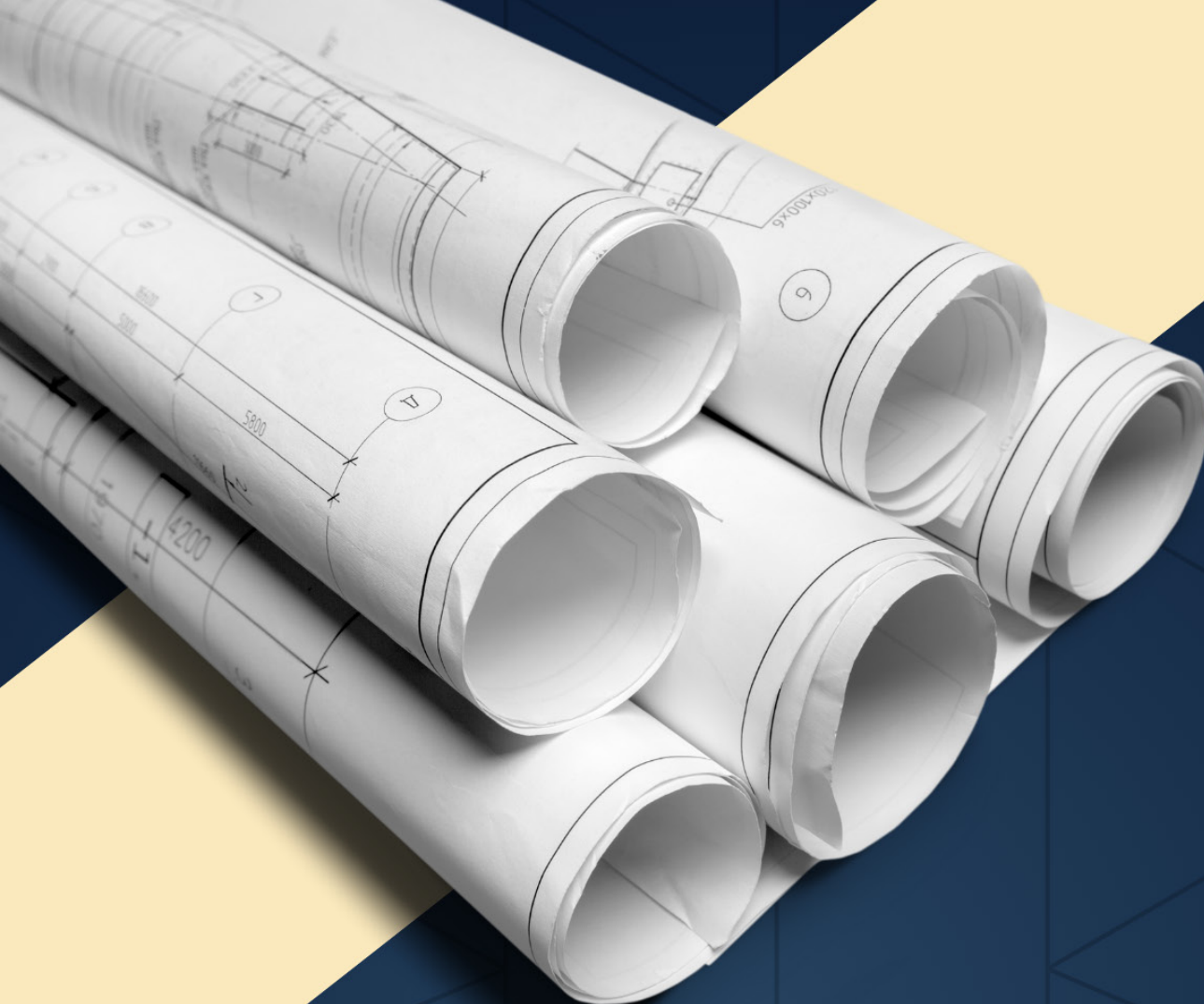
Em um mundo onde a construção sustentável e o uso responsável dos recursos naturais são prioridades, o preparo adequado de áreas para edificações desempenha um papel muito importante. Ao adotar técnicas adequadas e métodos responsáveis, os profissionais da construção contribuem não apenas para o sucesso dos empreendimentos, mas também para a preservação do meio ambiente.

Em conclusão a preparação inadequada do terreno reflete diretamente em todo o processo da construção, podendo ser o causador de problemas futuros na edificação como recalques, patologias, rachaduras e até desabamentos, assim apresentando risco para os seus ocupantes e vizinhos. O conhecimento das técnicas adequadas de preparação, das normas e conhecimento da área são essenciais para garantir a durabilidade e a segurança das edificações.



Referências

- ABNT NBR 8036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios.
- ABNT NBR 15812:2010 - Solo - Procedimento para a execução de sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio.
- ABNT NBR 6118:2014 - **Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento.
- ABNT NBR 7182:2016 - **Solo** - Análise granulométrica.
- AMORIM, A. M.; CARDOSO, A. S.; LIMA, J. R. C.; MONTEIRO, R. T. **Preparação de terreno: cuidados na construção**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 4, n. 1, p. 53-68, 2012.
- DENISE LOUZADA S.; JOÃO VICTOR A. P.; THIAGO CASSARO F.; EDUARDO ROCHA C. **A Preparação do terreno (solo) para a construção civil**.
- COELHO, D. A. et al. **Estudo comparativo de métodos de compactação de solo em aterros sanitários**. Revista da Escola de Minas, v. 61, n. 1, p. 69-75, 2008.
- GUIMARÃES, J. E. P. A cal – fundamentos e aplicações na engenharia civil. 2. ed. São Paulo: Pini, 341p. 2002.
- FERREIRA, A. M.; SILVA, A. C. P.; CARVALHO, T. R. B. C. **Técnicas de melhoria de solos moles para fundações de edificações**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, v. 17, p. 1-13, 2014.
- PECCIN, M. S.; ZANESCO, I.; SILVA, A. L. N. **Estudo comparativo de ensaios de caracterização geotécnica do solo para fins de projeto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 21, n. 1, p. 51-56, 2017.
- RIBEIRO, M. A. S.; LOPES, M. L. **Preparação do terreno para construção de edifícios**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Civil, v. 17, p. 1-9, 2009.
- TARDIN, C. C.; CORRÊA, M. R.; GONÇALVES, F. A. F.; BOTURA, G. V. N. **Avaliação do impacto ambiental causado pela disposição inadequada de resíduos da construção civil**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 29, p. 1-10, 2017.
- KELVIA JUSTA SIVIRINOL.; YURI PRADO FISCHERL.; PAULA PIVA LINKE. **Construção sustentável**. In: Remoia Revistas Monografias Ambientais, v. 20, e2, 2021.
- VINÍCIUS SOARES DOS REIS, WILKER LEMES GARCIA; **Patologias Causadas por Recalque Diferencial**. In: Artigo 2020 Trabalho de Conclusão de Curso, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020.
- MANOEL HENRIQUE CAMPOS BOTELHO; Princípios da Mecânica dos Solos e Fundações para a Construção Civil, v.1 p.101-106 2021.



15

PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO: INFILTRAÇÃO

CONSTRUCTION PATHOLOGIES: INFILTRATION

**Lucas Gabriel Silva Moraes
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Ruan Silva de Asevedo**

Resumo

A infiltração em construções é um problema recorrente que pode comprometer a integridade estrutural e estética de edifícios, resultando em danos que vão além da superfície visível. A presença de infiltrações pode desencadear processos patológicos nas construções, incluindo a degradação de materiais, o surgimento de mofo e fungos, e potencialmente afetar a saúde dos ocupantes. A partir disto, o presente estudo baseou-se no seguinte problema: Quais fatores provocam infiltrações em construções? Pontua-se que o problema foi sanado, conforme se pode observar no desenvolvimento da pesquisa. Definiu-se para elucidar ao questionamento os seguintes objetivos: Apresentar causas e consequências da falta de conhecimento ou acompanhamento em obras, destacar cuidados necessários no processo de construção, indicar as origens da umidade nas edificações e a natureza dos problemas ocasionados e identificar as formas de infiltração, as patologias geradas por elas, e os métodos corretivos para solucioná-las de forma geral. O presente trabalho é de teor bibliográfico, onde obteve-se apoio de autores, constituída a partir de consultas em livros, monografias, dissertações e artigos científicos e teses publicados nos últimos dez anos. A pesquisa realizada foi de suma importância, dado que, apresentou informações relevantes sobre o tema tratado, a fim de contribuir de forma clara e objetiva na formação de futuros profissionais da construção civil.

Palavras-chave: Construção; Edificação; Infiltração.

Abstract

Infiltration in constructions is a recurring problem that can compromise the structural and aesthetic integrity of buildings, resulting in damages beyond the visible surface. The presence of infiltrations can trigger pathological processes in constructions, including material degradation, the emergence of mold and fungi, and potentially affect the health of occupants. Based on this, the present study focused on the following problem: What factors cause infiltrations in constructions? It is emphasized that the problem has been addressed, as can be observed in the development of the research. Objectives were defined to elucidate the question: Presenting causes and consequences of lack of knowledge or supervision in construction projects, highlighting necessary precautions in the construction process, indicating the origins of moisture in buildings and the nature of the problems caused, and identifying forms of infiltration, the pathologies generated by them, and corrective methods for their general resolution. This work is of a bibliographic nature, drawing support from authors through consultations of books, monographs, dissertations, scientific articles, and theses published in the last ten years. The conducted research was of paramount importance, as it presented relevant information on the addressed topic, aiming to contribute clearly and objectively to the training of future professionals in the construction industry.

Keywords: Construction. Structure. Infiltration

1. INTRODUÇÃO

O trabalho mencionado buscou ampliar conhecimentos de ações patológicas nas construções, especialmente sobre infiltrações, algo que está presente nas edificações, muitas vezes por motivos diferenciados, sendo que podem ocorrer falhas em diversas fases do processo construtivo. Exteriorizações patológicas, quando não identificadas, avaliadas e diagnosticadas provocam deterioração precoce da edificação e diminui sua vida útil, pode causar transtornos e comprometer à saúde e à segurança de seus ocupantes, usuários e vizinhos.

Assim aborda-se como tema patologias das construções, com o título patologias e infiltrações, temática muito significativa, dentro da construção civil, visto que é algo que causa prejuízo nas construções e que muitas vezes apresenta danos até mesmo a humanos. A primazia do tema se deu pelo fato de ser bastante atual e ser uma condição que acontece nas construções com certa frequência e requer um olhar mais atento, portanto a pesquisa tem sua relevância por contribuir para um melhor conhecimento do assunto.

A referenciada pesquisa baseou-se no seguinte problema: Quais fatores provocam infiltrações em construções? Teve como objetivo geral caracterizar infiltrações como uma patologia observada em construções. Definiu-se como objetivos específicos: Apresentar causas e consequências da falta de conhecimento ou acompanhamento em obras, destacar cuidados necessários no processo de construção, para evitar infiltrações, indicar as origens da umidade nas edificações e a natureza dos problemas ocasionados e identificar as formas de infiltração, as patologias geradas por elas, e os métodos corretivos para solucioná-las de forma geral.

A averiguação elaborada obteve súmula relevância, dado que, apresenta informações pertinentes a respeito da temática mencionada, e contribui de forma clara e objetiva na formação de futuros profissionais da construção civil, pois, a cada dia surgem novos avanços, que vem melhorando o desempenho de engenheiros.

A consolidação da mesma foi extremamente significativa para a comunidade, porque, além de mostrar informações, mostrará mais conhecimentos, conseqüentemente, terá pessoas mais informadas, promovendo uma visão maior de conhecimentos, propiciando uma realidade bem significativa, quando a ideia é ampliar conhecimentos.

Destaca-se também a importância da consulta na formação de profissionais da construção civil, contribuindo para mantê-los atualizados em meio aos avanços constantes no campo. A consolidação dos resultados é apresentada como uma contribuição valiosa para a sociedade, promovendo uma compreensão mais profunda e informada sobre o tema, o que pode, por sua vez, resultar em práticas mais eficientes e seguras no setor da construção.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho é de teor bibliográfico, constituído com base em consultas em livros, monografias, dissertações e artigos científicos e teses publicados nos últimos dez anos, com obras voltadas para o tema aqui apresentado. O levantamento bibliográfico foi realizado em nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico. Conforme Boccato (2006), um dos principais objetivos da pesquisa bibliográfica, é buscar a solução de um problema,



através de fontes bibliográficas, o mesmo fala da importância de um roteiro pré-determinado, ou seja, um planejamento, fator determinante para que se tenha êxito em qualquer de variedade de compromisso. Os descritores utilizados para pesquisa foram: Construção; Edificação; Infiltração.

2.2 Resultados e Discussão

Os resultados do trabalho mostraram que os tipos mais comuns de origem de umidade foram a ascensional e infiltração, estado eles geralmente associados com a umidade do solo, sendo suas causas, na maioria, por má execução e falta de especificação técnica, isso mostra o quão crítico é a desinformação, muitos dos problemas vistos relacionados à infiltração por água poderiam ter sido evitados, com uma aplicação impermeabilizante em fundações, superfícies, ou uma opção que pode inibir o acúmulo de umidade nos ambientes das residências, outro agravante detectado é a ação ineficaz no tratamento das patologias, tratamentos superficiais e temporários, pelo menos esteticamente, que não impedem o agravamento da patologia, situações menos recorrentes encontradas no estudo, mas não menos importantes são os acúmulos de umidade devido a fatores externos, como por exemplo, o excesso de precipitação ocasional, que quando a edificação não possui um sistema de coleta de chuva eficiente e, ou ainda quando a residência não tem um sistema de proteção contra a excedência de chuva. Os problemas relacionados com a ação da umidade estão em todas as fases da vida de uma edificação, desde o pré-projeto até a fase de utilização, algumas dessas situações patológicas surgem quase que imediatamente, outras levam algum tempo para se proliferar. Antecipar-se ao problema, prevenindo e corrigindo os eventuais erros o mais cedo possível é primordial.

Portanto, através desta revisão bibliográfica, que contribuiu para a ampliação dos conhecimentos teóricos acadêmicos, foi possível reunir informações variadas acerca das patologias causadas pela umidade, a fim de auxiliar no diagnóstico, avaliação e caracterização dos diversos tipos de manifestações, objetivando oferecer soluções gerais para os principais casos a serem encontrados nas edificações e formas de prevenção, alcançando desta forma o objetivo principal deste trabalho.

Segundo Schonardie, (2009), a infiltração é uma das patologias mais observadas em construções, problemas sérios que acarretam complicações, tanto para o proprietário, quanto para os construtores, ocasionando em problemas financeiros e tempo perdido. Verçoza (1991) classifica goteiras no telhado como um dos principais motivos da aparição de infiltrações em construções, sendo necessário um olhar mais atento para prevenir e evitar danos maiores, e conforme os estudos, para fundamentação do trabalho, pontua-se que as goteiras são decisivas para causar e aumentar as infiltrações.

As infiltrações são decorrentes das falhas no momento da realização das instalações da parte hidráulica que ocasiona defeitos durante e após a obra, já a carbonatação é uma patologia causada pela corrosão das armaduras de aço e que são oriundas por agentes químicos, o deslocamento no revestimento é o resultado das escolhas erradas que os profissionais fazem em relação aos produtos usados, como a aplicação inadequada da argamassa, umidade excessiva ou até mesmo a colocação de juntas de assentamento e as fissuras, trincas e rachaduras são definidas como aberturas que se estendem pelas paredes ou partes estruturais das edificações, como vigas, pilares e lages, sendo que o que promove a diferença entre elas é o tamanho e o tempo de vida de cada uma" (ANTUNES, 2013).

Conforme pontua Antunes (2013), e de acordo com estudos sobre infiltração, as falhas nas partes hidráulicas são decisivas para que apareça as infiltrações. Essa patologia pode aparecer tanto durante ou após a obra, ressaltando que a mesma pode causar sérios danos, tanto em longo prazo, quanto a curto e médio, causando prejuízos financeiros e com o passar do tempo, pode estar colocando em risco a vida das pessoas que vivem em ambientes com essas patologias.

Batista, (2018) retrata de forma significativa as causas e consequências das infiltrações, mostrando que tais condições trazem prejuízo e desconforto aos moradores em suas residências.

Segundo Schonardie, (2009), a infiltração é uma das patologias mais observadas em construção, uma deficiência seria que acarreta problemas, tanto para o proprietário, quanto para os construtores, acarretando em problemas financeiros também. Conforme se observa, os autores acima apresentam visões semelhantes, quando o assunto é patologias das construções, especificamente, infiltrações, pois, é algo que pode ser facilmente evitado, quando se planeja determinadas obras, analisando em um momento inicial os prós e contra, já que o profissional da construção civil tem que ter um olhar voltado para a construção, evitando com isso, desgastes e futuros prejuízos financeiros e humanos.

Como pontua Vedacit, (2010), um dos maiores problemas, relacionados à infiltração, é a falta de entrada de ar no ambiente, causando além de danos materiais, doenças respiratórias. Ressaltando que as doenças são os maiores prejuízos relacionados, pois acarretam doenças crônicas e que pode trazer sérios danos ou incapacidades as pessoas.

A origem dos diversos problemas patológicos, podem ser distribuídos da seguinte forma: 40% projeto, 28% execução, 18% materiais, 10% uso e 4% planejamento. Com base nesses dados, verifica-se a necessidade de um estudo mais aprimorado sobre essas causas que são conhecidas, sua terapia será escolhida, com maior precisão e como consequência poderemos fazer uma escolha de maneira mais econômica possível (HELENE, 1992).

Helene (1992) detalha uma série de problemas na construção civil e os principais causadores, destacando em percentuais o nível de responsabilidade de cada profissional. Para o autor e com base nas análises realizadas, é de fundamental importância, a realização de um estudo bem detalhado sobre as origens patológicas, em construções e a melhor solução possível para os mesmos.

No caso das estruturas, vários problemas patológicos podem surgir. Uma fiscalização deficiente e um fraco comando de equipes, normalmente relacionados a uma baixa capacitação profissional do engenheiro e do mestre de obras, podem, com facilidade, levar a graves erros em determinadas atividades, como a implantação da obra, escoramento, fôrmas, posicionamento e qualidade de armaduras e a qualidade do concreto, desde o seu fabrico até a cura (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 25).

Ainda segundo Souza (1998), um dos fatores que podem acarretar problemas como infiltrações em obras, é o mal desempenho de determinada equipe de trabalho, desde o engenheiro, ao mestre de obras, responsáveis diretos no processo de construção.

No Brasil uma estrutura de concreto armado de uma edificação, com raras exceções, dificilmente com mais de 30 anos exposto à umidade ambiental, não tenha iniciado algum processo de deterioração das suas armaduras (CUNHA;



NEUMANN, 1979).

Cunha e Neuman (1979) chamam a atenção para os prejuízos que podem vir a acontecer em determinada obra, com mais de 30 anos de construção, fator que pode acontecer, em diversos tipos de prédio, casa ou salão.



Figura 1. Infiltração em residência

Fonte: Google, (2023)

A figura 1 representa uma residência mostrando a penetração direta de água no interior das construções, ocasionando danos aos elementos construtivos da edificação. Quando ocorrem, deixam o ambiente com aspecto sujo e de descuido, mofado, com várias manchas, bolhas e mau cheiro, de umidade.

A umidade pode suceder através de quatro fontes principais: a umidade por capilaridade, a umidade de construção, a umidade de infiltração e a umidade de precipitação, mas podem haver outras origens, como por exemplo, as que são causadas por incompatibilidade de projetos (MACEDO, 2017).

Conforme Macêdo (2017), a umidade em construção civil tem quatro causas, que carecem ser levadas em consideração no decorrer das construções. Já foi possível observar que o método de diagnosticar uma patologia dentro da construção civil, envolve diversos fatores, assim, diagnosticar nada mais é do que observar as causas e origens dos problemas patológicos construtivos, através da aplicação de metodologias, ferramentas e ensaios que confirmem os diagnósticos levantados (REIS; OLIVEIRA; LIMA, 2019).

A nível mundial, ainda não existe um mecanismo ou metodologia que seja utilizada como padrão para a recuperação de estruturas atingidas pela umidade ou infiltrações, bem como também não existe um consenso metodológico para o a recuperação de danos causados por outras patologias. Esse cenário acaba impedindo com que ações sejam tomadas, a patologia acaba ficando sem nenhuma correção (CARVALHO; PINTO, 2018).

As patologias consequentes do excesso de umidade podem ser verificadas através de alguns danos que as construções apresentam. Em maior grau, podem ser analisadas sem a necessidade de um estudo aprofundado de um profissional especializado são as mais visíveis, e logo, mais fáceis de diagnosticar. Entre essas, estão as fissuras, mofos, bolhas nas paredes e descolamento de pisos e azulejos.

Segundo Valle (2008) as fissuras ou trincas provocadas por variação de umidade dos

materiais de construção são muito semelhantes àsquelas provocadas pelas variações de temperatura. Valle (2008) afirma ainda que a quantidade de água absorvida por um material de construção depende de dois fatores: porosidade e capilaridade, sendo a capilaridade o fator mais importante que rege a variação do teor de umidade dos materiais.

Na secagem de materiais porosos, a capilaridade provoca o aparecimento de forças de sucção, responsáveis pela condução da água até a superfície do componente, onde ela será posteriormente evaporada. Logo, deixando de se impermeabilizar, nos elementos construtivos que tenham contato com o solo, os poros desses materiais exercem uma força de sucção, absorvendo água e consequentemente transferindo para os demais elementos da construção.

Thomaz (1989) afirma que por causa da presença de umidade, as fissuras provocadas pelo excesso da mesma podem se manifestar em qualquer local da alvenaria, mas principalmente junto às bases das paredes, provocadas pela umidade ascendente, onde na maioria das vezes há a presença de eflorescências facilitando o diagnóstico. Além disso, elas também aparecem frequentemente em formas verticais, da altura do pé direito da parede.

A busca bibliográfica foi relevante na construção do referencial teórico por ter oportunizado maior conhecimento das patologias e intervenções estudadas por diferentes autores, contribuindo para buscar a solução do problema. Nesse contexto, as patologias encontradas nas duas residências pesquisadas, foram fissuras, trincas maiores que evoluíram para rachaduras e mofo. Nota-se que os resultados da pesquisa apontam patologias que podem ser corrigidas por meio de intervenções pequenas. No entanto, antes de realizar os reparos definitivos é de suma importância tomar medidas preventivas para estabilizar o mecanismo que provocou a fissura eliminando o problema. As fissuras são comuns e muitas vezes superficiais, pois geralmente atinge apenas o acabamento e podem ser solucionadas com a substituição do revestimento: argamassa armada e reboco armado, injeção de grout ou resina epóxi expansiva. Porém, se elas não forem tratadas adequadamente e em tempo elas podem evoluir e comprometer a estrutura da edificação.

3. CONCLUSÃO

A pesquisa selecionada foi de grande relevância, dentro dos objetivos propostos, como retratados no desenvolvimento da mesma. Pontua-se, que conforme o tema obteve-se êxito, pois, a mesma contribuiu com mais conhecimentos a respeito da temática pesquisada.

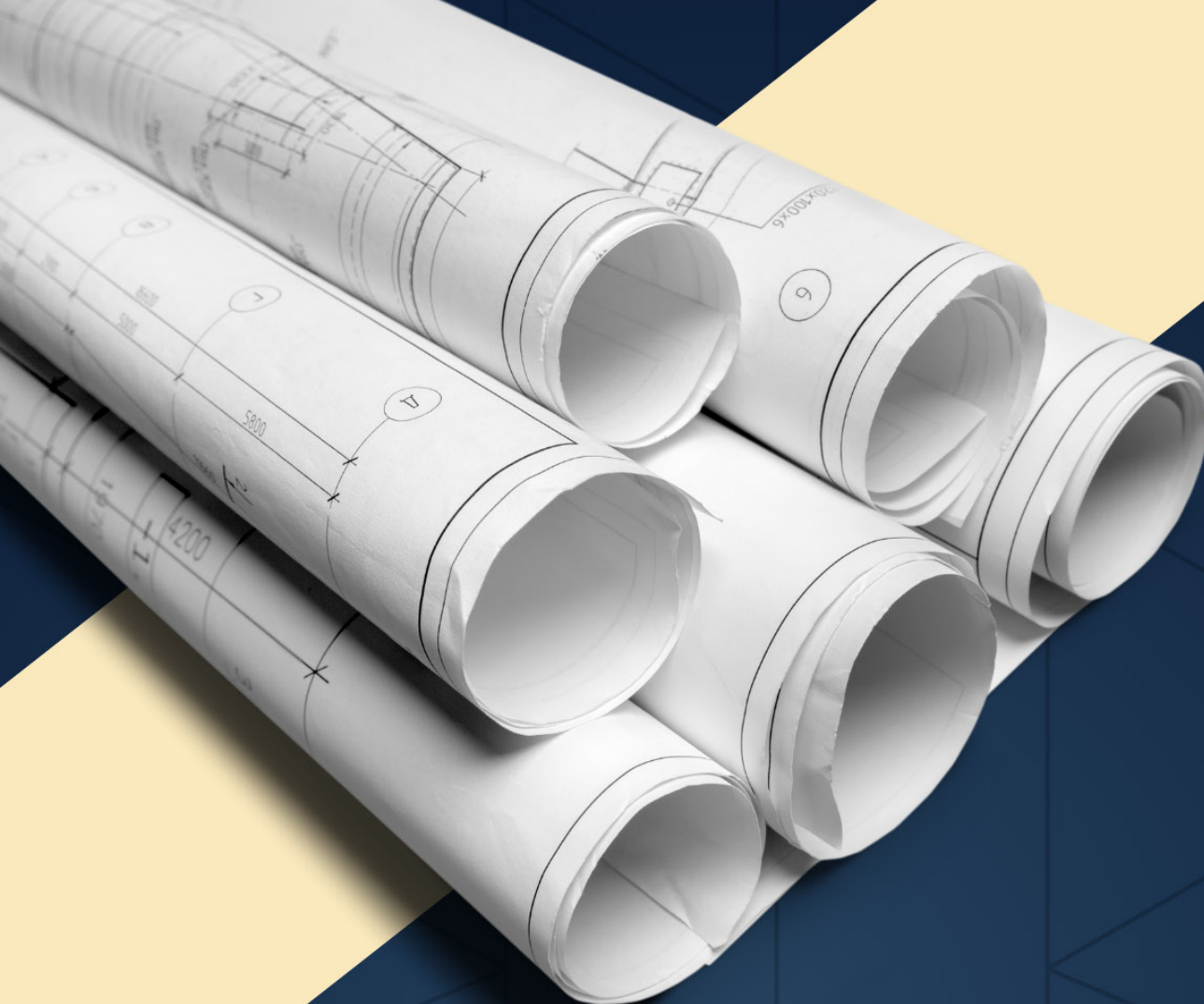
O estudo foi relevante porque ampliou conhecimentos sobre o conteúdo infiltração, algo tão presente na construção civil e que requer conhecimentos das causas que levam a essas ações patológicas.

Conhecer o fundamento das patologias em construção, para que os profissionais consigam desenvolver seus trabalhos com excelência, acrescenta-se que todos os objetivos foram atingidos e que todos os estudos adquiridos serão primordiais, para uma figura prática profissional, sendo que acrescenta muito pelo teor de informações obtidas. Os contributos dos literatos que geraram a pesquisa foram essenciais para a compreensão e fortalecimento do assunto, o problema norteador da pesquisa, foi concluído com sucesso, como se pode observar ao longo do desenvolvimento do trabalho. Acrescenta-se que todos os objetivos propostos foram alcançados e que o problema norteador foi decisivo para a consolidação do mesmo, sendo um importante parâmetro, para a conclusão de quaisquer partes da predita pesquisa.



Referências

- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. São Paulo, SP: Atlas, 2010.
- ANTUNES. C. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. São Paulo. 2013.
- BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação**. Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.
- CARVALHO, Yuri Mariano; PINTO, Vivian Gemiliano. **Umidade em edificações: conhecer para combater**. ForScience, v. 6, n. 3, p. 1-18, 2018.
- CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar**. 5. ed. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira Ltda, 1979.
- HELENE, Paulo R.L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed. São Paulo: Editora PINI - Fosroc, 1992. 213p.
- MACEDO, José Vitor et al. **Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: estudo de caso**. In: CONPAR Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, Recife. 2017. p. 17248-17262, 2019.
- REIS, Matheus Nunes; OLIVEIRA, Jorge Antonio da Cunha; LIMA, Jocinez Nogueira. **Avaliação, análise e reforço da estrutura de edificação em concreto armado: estudo de caso em Brasília**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 10,
- SCHÖNARDIE, Clayton Eduardo **Análise e Tratamento das Manifestações Patológicas por Infiltração em Edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.
- SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.
- VALLE, Juliana B S. **Patologia das alvenarias**. 2008. 72f. Monografia – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- VEDACIT. **Manual técnico: recuperação das estruturas**. 3. ed. São Paulo, 200-?
- VERÇOZA, Ênio Jose - **Patologia das Edificações**. Sagra, Porto Alegre, 1



16

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE CASAS PRÉ-FABRICADAS E CASAS CONVENCIONAIS EM TERMOS DE EFICIÊNCIA E IMPACTO AMBIENTAL

**COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN PREFABRICATED
HOUSES AND CONVENTIONAL HOUSES IN TERMS OF
EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL IMPACT**

**John Victor Moraes dos Santos
Christian Felix de Sousa Cruz**

Resumo

Neste estudo, foi investigado a crescente popularidade das casas pré-fabricadas na construção civil, ressaltando suas vantagens em relação às construções convencionais. O objetivo geral foi analisar a viabilidade técnica e econômica desse método construtivo, considerando qualidade, sustentabilidade e eficiência energética. A pesquisa abordou diversos aspectos, desde materiais utilizados, como madeira, concreto armado, aço galvanizado, PVC e alvenaria, até as principais vantagens, como a rapidez de construção, controle de qualidade e sustentabilidade. No entanto, também se destacaram desafios, como limitações de tamanho e o equilíbrio entre padronização e personalização. Conclui-se que a construção de casas pré-fabricadas oferece uma alternativa promissora e eficaz no setor da construção civil. A velocidade de construção reduz os impactos de exposição a intempéries, promovendo uma construção mais eficiente. O controle de qualidade, facilitado pela produção em ambiente controlado, garante maior consistência e confiabilidade das estruturas. Apesar das limitações, como a restrição de tamanho e a necessidade de equilibrar padronização e personalização, a pesquisa aponta para um futuro promissor. Os avanços contínuos em materiais e tecnologia de construção indicam que as casas pré-fabricadas têm o potencial de se tornar uma solução ainda mais popular e sustentável na construção civil. Proposto que futuras pesquisas explorem ainda mais essas oportunidades e desafios, visando melhorias contínuas e contribuindo para a evolução desse método construtivo que promete atender às crescentes demandas por habitação de qualidade de forma eficiente e sustentável.

Palavras-chave: Casas pré-fabricadas¹. Construção sustentável². Viabilidade econômica³. Materiais construtivos⁴. Eficiência energética⁵

Abstract

In this study, the growing popularity of prefabricated houses in civil construction was investigated, highlighting their advantages over conventional constructions. The general objective was to analyze the technical and economic strategies of this construction method, considering quality, sustainability and energy efficiency. The research covered several aspects, from the materials used, such as wood, reinforced concrete, galvanized steel, PVC and masonry, to the main advantages, such as speed of construction, quality control and sustainability. However, challenges also stood out, such as size limitations and the balance between standardization and personalization. It is concluded that the construction of prefabricated houses offers a promising and effective alternative in the construction sector. The speed of construction reduces the impacts of exposure to the elements, promoting more efficient construction. Quality control, facilitated by production in a controlled environment, guarantees greater consistency and reliability of structures. Despite limitations such as size restrictions and the need to balance standardization and customization, the research points to future promise. Continuing advances in construction materials and technology indicate that prefabricated homes have the potential to become an even more popular and sustainable solution in construction. It is proposed that future research further explore these opportunities and challenges, evolving continuous improvements and contributing to the evolution of this construction method that promises to meet the growing demands for quality housing in an efficient and sustainable way.

Keywords: Prefabricated houses¹. Sustainable construction². Economic viability³. Construction materials⁴. Energy efficiency⁵

1. INTRODUÇÃO

A construção de casas pré-fabricadas tem se tornado cada vez mais comum no mercado da construção civil, oferecendo diversas vantagens em relação às construções convencionais. É importante compreender que as casas pré-fabricadas são construções que utilizam componentes pré-fabricados, como paredes, telhados e lajes, produzidos em fábricas e transportados para o local de construção para serem montados.

Este método de construção apresenta inúmeras vantagens, tais como redução de tempo e custo de construção, maior controle de qualidade e menos desperdício de material. Além disso, as casas pré-fabricadas são mais sustentáveis, já que a produção em fábrica permite a utilização de materiais de forma mais eficiente e a redução de resíduos no canteiro de obras.

Neste trabalho, foi abordado as principais características das casas pré-fabricadas, bem como as vantagens e desvantagens deste método construtivo em relação às construções convencionais. Serão apresentados estudos de casos, normas técnicas, materiais utilizados e métodos de construção empregados. Ao final do trabalho, espera-se ter uma visão ampla sobre a construção de casas pré-fabricadas, contribuindo para o avanço desta técnica construtiva e auxiliando na tomada de decisões para futuras construções.

A utilização de casas pré-fabricadas na construção civil tem sido cada vez mais frequente, principalmente em países desenvolvidos, devido às suas vantagens como rapidez, eficiência, economia de materiais e menor geração de resíduos. No entanto, no Brasil, ainda há resistência quanto à utilização deste método construtivo.

Diante desse contexto, torna-se relevante investigar as possibilidades e limitações das casas pré-fabricadas, a fim de analisar sua viabilidade técnica e econômica em relação à construção convencional. Com isso, pretende-se contribuir para o avanço do conhecimento técnico-científico na área de construção civil, bem como para a promoção de uma construção mais sustentável e eficiente.

Além disso, a utilização de casas pré-fabricadas pode trazer benefícios para a sociedade, tais como a redução do tempo de construção, a possibilidade de produção em larga escala, a melhoria da qualidade das edificações, a diminuição do desperdício de materiais e a geração de empregos no setor de construção civil.

Portanto, a justificativa para a realização de estudos sobre casas pré-fabricadas na construção civil é clara, uma vez que pode trazer contribuições significativas tanto para a comunidade científica quanto para a sociedade como um todo, promovendo o desenvolvimento sustentável do setor e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

As casas pré-fabricadas resolvem diversos problemas na construção civil, dentre elas quais destacam-se?

- Redução de tempo de construção: como as peças são pré-fabricadas em fábrica, o tempo de construção no canteiro de obras é reduzido em até 50%, uma vez que a montagem dos componentes é feita de forma rápida e eficiente.
- Redução de custos: a construção de casas pré-fabricadas é mais econômica do que as construções convencionais, uma vez que a produção em escala de componentes reduz o custo unitário de cada peça, além de diminuir a necessidade de mão de obra especializada.

O objetivo geral é analisar a viabilidade técnica e econômica de construção de casas



pré-fabricadas, considerando os aspectos de qualidade, sustentabilidade e eficiência energética. O estudo irá abordar as vantagens e desvantagens deste tipo de construção em comparação com a construção convencional, e buscará propor soluções inovadoras para otimizar o processo de produção e reduzir os custos.

- Investigar as diferentes técnicas de construção de casas pré-fabricadas, como painéis, blocos e módulos, avaliando as vantagens e desvantagens de cada uma delas.
- Avaliar o desempenho térmico e acústico das casas pré-fabricadas, considerando fatores como isolamento, ventilação e iluminação natural, visando a melhoria do conforto e da eficiência energética.
- Identificar os materiais mais adequados para a construção de casas pré-fabricadas, levando em conta a durabilidade, a resistência e a sustentabilidade, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental da construção.
- Analisar os custos envolvidos na construção de casas pré-fabricadas em comparação com a construção convencional, considerando os aspectos de produção, transporte e montagem, e buscar soluções para tornar o processo mais eficiente e econômico.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa utilizado neste trabalho foi uma Revisão Bibliográfica, no qual foram realizadas consultas em livros, e artigos científicos através das seguintes bases de dados (livros, site de banco de dados, artigos científicos etc.). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 18 anos. As palavras chaves utilizadas na busca foram, Casas pré-fabricadas, Construção sustentável, Viabilidade econômica, Materiais construtivos, Eficiência energética.

2.2 Materiais Utilizados em Casas Pré-fabricadas

Nesta seção, os principais materiais utilizados em casas pré-fabricadas, considerando sua aplicabilidade na engenharia civil.

2.2.1 Madeira

A madeira tem se destacado como um material de escolha na construção de casas pré-fabricadas devido à sua alta resistência mecânica, baixo custo e facilidade de fabricação (SILVA, 2017). Na engenharia, a madeira é apreciada por sua capacidade de absorver cargas, tornando-a uma escolha sólida para estruturas de casas pré-fabricadas. É importante ressaltar, no entanto, que a madeira requer tratamento adequado para resistir a intempéries e pragas.

2.2.2 Concreto Armado

Casas pré-fabricadas em concreto armado são viáveis devido à sua alta resistência e durabilidade, permitindo uma ampla variedade de designs e acabamentos (SANTOS, 2018). Na engenharia civil, o concreto armado é amplamente utilizado devido à sua capacidade de suportar cargas pesadas e resistir ao tempo. Essas casas oferecem um excelente

desempenho estrutural, tornando-as adequadas para regiões com condições climáticas adversas.

2.2.3 Aço Galvanizado

O uso de aço galvanizado na fabricação de casas pré-fabricadas tem crescido devido à sua alta resistência à corrosão, facilidade de montagem e baixo impacto ambiental (MARTINS, 2019). Na engenharia estrutural, o aço é valorizado por sua resistência e versatilidade. Casas pré-fabricadas em aço galvanizado apresentam uma vantagem significativa em termos de durabilidade e baixa manutenção.

2.2.4 PVC

Casas pré-fabricadas em PVC oferecem leveza, facilidade de transporte e montagem, além de resistência à umidade e corrosão (OLIVEIRA, 2020). Na engenharia, o PVC é conhecido por sua versatilidade em aplicações arquitetônicas. Essas casas são ideais para locais onde a resistência à corrosão e a facilidade de manutenção são fundamentais.

2.2.5 Alvenaria

Casas pré-fabricadas em alvenaria destacam-se pelo excelente isolamento térmico e acústico, embora seu processo de fabricação seja mais complexo e demorado (GONÇALVES, 2021). Na engenharia civil, a alvenaria é uma escolha tradicional e sólida para estruturas de edifícios. Essas casas são ideais para regiões onde o conforto térmico e acústico é prioritário.

2.2.6 Vantagens das Casas Pré-fabricadas

As casas pré-fabricadas oferecem vantagens significativas em termos de construção e qualidade:

- **Rapidez de Construção:** A construção pré-fabricada reduz o tempo de construção, minimizando a exposição dos materiais às condições climáticas adversas. Isso é essencial para evitar a deterioração do material e garantir um cronograma de construção eficiente.
- **A fabricação em ambiente controlado** permite manter um alto nível de qualidade, minimizando problemas de construção a longo prazo. A padronização dos processos contribui para a consistência e a confiabilidade das estruturas.
- **A construção pré-fabricada** frequentemente resulta em menos desperdício de material no local de instalação. Além disso, o design das casas pré-fabricadas pode ser orientado para a eficiência energética, contribuindo para a sustentabilidade.

2.2.7 Desvantagens das Casas Pré-fabricadas

É importante reconhecer algumas desvantagens das casas pré-fabricadas:

- A maior parte da estrutura pré-fabricada pode impor limitações ao tamanho da casa, o que pode não ser adequado para projetos maiores ou personalizados.
- Apesar da facilidade de montagem, mover uma casa pré-fabricada após a instalação pode ser desafiador, o que deve ser considerado para futuras mudanças de local.
- Equilíbrio entre Padronização e Personalização: Encontrar o equilíbrio certo entre padronização e personalização é um desafio, pois a padronização é importante para o controle de qualidade, enquanto a personalização atende às preferências individuais (KAMILIN, 2018).

2.2.8 O Futuro das Casas Pré-fabricadas

O futuro das casas pré-fabricadas é promissor. Com avanços contínuos em materiais e tecnologia de construção, espera-se que essa abordagem cresça ainda mais. Casas pré-fabricadas são uma solução cada vez mais popular para uma construção rápida, eficiente e sustentável (SALVAN, 2005).

De acordo com Smith (2022) realizaram um estudo em várias cidades dos Estados Unidos, examinando casas pré-fabricadas de madeira.

- Resultados: Este estudo destacou a importância da qualidade do material e mão de obra na durabilidade de casas pré-fabricadas de madeira. Observou-se uma melhoria significativa na eficiência energética em comparação com construções tradicionais.
- Discussão: A pesquisa salienta a necessidade de tratamento adequado da madeira para resistir a intempéries e pragas. O desafio enfrentado é a adaptação dessas casas a ambientes de alta umidade, o que pode ser alcançado com o uso de madeira tratada e técnicas avançadas de isolamento.

De acordo com Johnson e Martins (2020) realizaram uma pesquisa comparativa em uma cidade no Brasil, examinando casas pré-fabricadas de concreto armado e aço galvanizado.

- Resultados: Este estudo comparativo entre casas pré-fabricadas de concreto armado e aço galvanizado destacou a adaptabilidade desses materiais a diferentes condições climáticas. As casas de concreto armado eram mais adequadas para regiões com alta exposição ao sol e chuvas intensas, enquanto as de aço galvanizado eram ideais em áreas costeiras.
- Discussão: A pesquisa enfatiza a importância de escolher o material certo de acordo com a região específica. A durabilidade e resistência à corrosão foram alcançadas, mas o equilíbrio entre padronização e personalização é um desafio.

De acordo com Oliveira (2019) conduziu uma pesquisa em Portugal, analisando casas pré-fabricadas de PVC em uma variedade de ambientes.

- Resultados: A pesquisa examinou casas pré-fabricadas de PVC em Portugal, destacando sua resistência à corrosão e facilidade de transporte. No entanto, as casas enfrentaram desafios em regiões de calor intenso.

- Discussão: A pesquisa ressalta a necessidade de tecnologias de isolamento térmico avançado para lidar com o desafio do calor. A pesquisa também enfatiza o papel do material e da adaptabilidade às condições climáticas.

De acordo com González e Kamineneni (2018) realizaram uma pesquisa comparativa na Espanha, examinando casas pré-fabricadas de alvenaria e madeira.

- Resultados: Este estudo comparou casas pré-fabricadas de alvenaria e madeira na Espanha, destacando o isolamento térmico e acústico das casas de alvenaria. No entanto, o processo de fabricação de alvenaria foi mais complexo.
- Discussão: A pesquisa enfatiza a necessidade de inovação na fabricação de alvenaria para reduzir o tempo e os custos. As casas pré-fabricadas de alvenaria oferecem conforto, mas a otimização do processo é um desafio.

De acordo com Santos (2021) realizaram uma pesquisa na Índia, examinando casas pré-fabricadas de concreto armado em áreas com monções intensas.

- Resultados: Neste estudo na Índia, casas pré-fabricadas de concreto armado foram analisadas em áreas com monções intensas. As casas eram resistentes às chuvas, mas a umidade excessiva afetou a durabilidade.
- Discussão: A pesquisa destaca a necessidade de técnicas de impermeabilização avançadas para lidar com a umidade. Os resultados demonstram a importância de adaptar as casas ao ambiente local.

Foi observado que a qualidade do material e a mão de obra eram fatores críticos para a durabilidade das casas. Houve melhorias significativas na eficiência energética em comparação com construções tradicionais, mas a durabilidade foi afetada em algumas regiões de alta umidade, utilizaram madeira tratada e técnicas de isolamento avançadas para enfrentar esse desafio. Foi notado também que as casas de concreto armado eram mais adequadas para regiões com alta exposição ao sol e chuvas intensas, enquanto as de aço galvanizado eram ideais em áreas costeiras devido à resistência à corrosão, casas de alvenaria ofereciam excelentes propriedades de isolamento térmico e acústico, mas o processo de fabricação era mais complexo. As melhorias esperadas foram alcançadas em termos de conforto, mas também a necessidade de inovação na fabricação de alvenaria para reduzir o tempo e os custos. As melhorias esperadas foram alcançadas, e enfatizaram a importância de adaptar o material à cada região específica.

Em todos os estudos de caso, fica evidente que as casas pré-fabricadas oferecem soluções eficazes para construções rápidas e eficientes, mas também enfrentam desafios específicos relacionados ao material e ao ambiente. A adaptação e a pesquisa contínua são essenciais para aprimorar a qualidade, a durabilidade e a eficiência dessas construções em diferentes regiões e condições climáticas.

Cada estudo fornece insights valiosos para os desafios e soluções nas construções pré-fabricadas e enfatiza a importância de considerar fatores locais e ambientais na escolha do material e no processo de fabricação.

Esses estudos de caso ilustram a diversidade de desafios e soluções nas construções pré-fabricadas em diferentes regiões e materiais. A pesquisa contínua é fundamental para adaptar essas técnicas às condições específicas de cada local e garantir a qualidade, durabilidade e eficiência energética das casas pré-fabricadas.



3. CONCLUSÃO

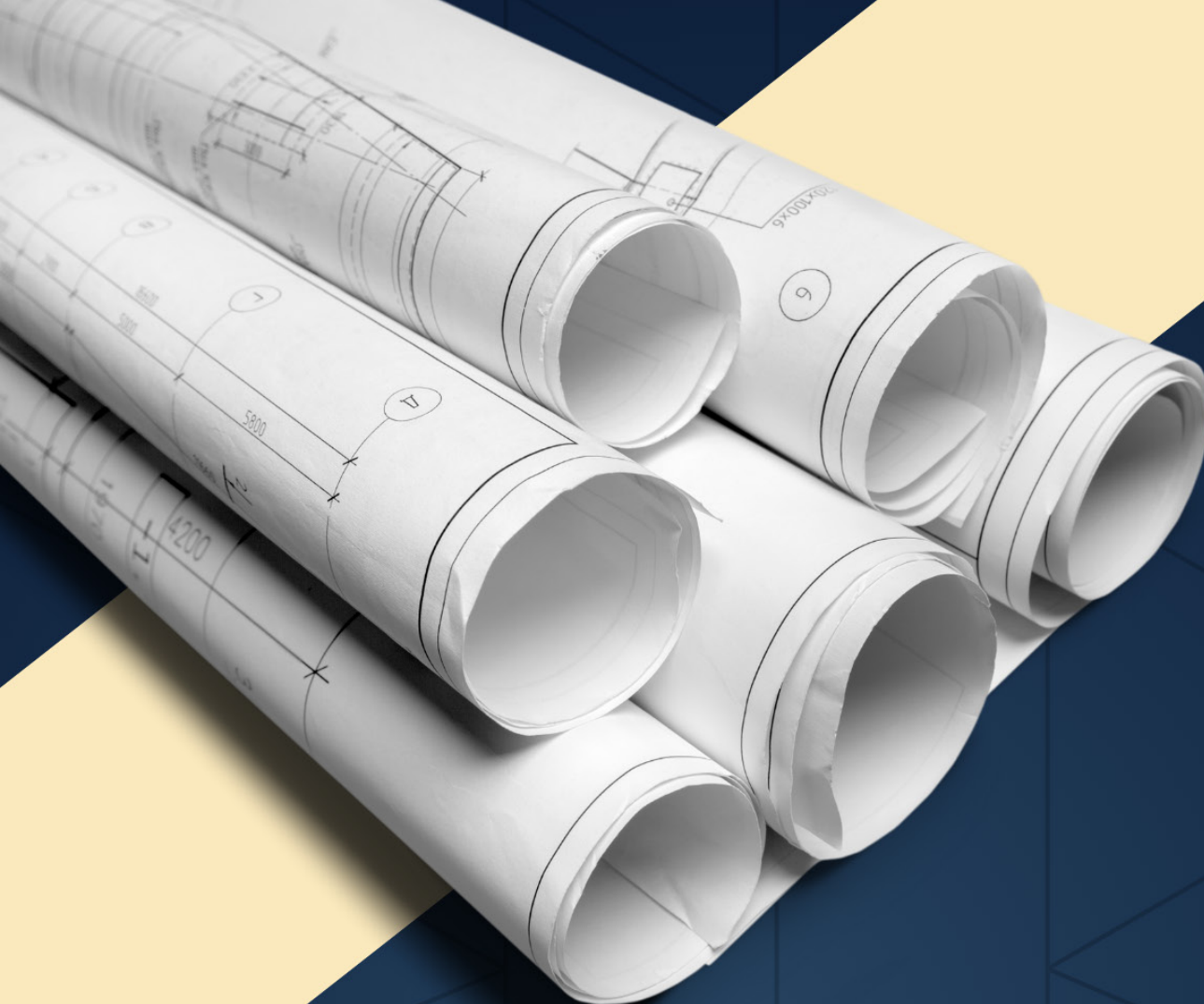
Neste estudo sobre casas pré-fabricadas, buscamos analisar sua viabilidade técnica e econômica, considerando aspectos de qualidade, sustentabilidade e eficiência energética. Identificamos que essas construções oferecem vantagens consideráveis, como a redução de tempo de construção, maior controle de qualidade e minimização de desperdício de materiais, o que contribui para uma construção mais sustentável. Os materiais amplamente utilizados, como madeira, concreto armado, aço galvanizado, PVC e alvenaria, demonstraram características e aplicações distintas, cada uma adequada a diferentes necessidades.

Entretanto, também destacamos as desvantagens, como limitações de tamanho e o desafio de equilibrar a padronização com a personalização. O equilíbrio entre esses aspectos é essencial para atender às preferências individuais e ao controle de qualidade. Observamos que a mobilidade das casas pré-fabricadas após a instalação pode ser um desafio.

Em resumo, este estudo reforça o potencial das casas pré-fabricadas como uma solução construtiva eficiente e sustentável. No entanto, ressaltamos a importância de considerar as limitações e desafios inerentes a esse método. Propomos que estudos futuros se concentrem em estratégias para aprimorar a personalização de projetos e na otimização de soluções para lidar com a mobilidade dessas construções. Esses esforços podem impulsionar ainda mais o crescimento e a adoção das casas pré-fabricadas como uma alternativa valiosa no cenário da construção civil.

Referências

- MARTINS: Guilherme Martins. Obra: **Casas de Madeira - Arquitetura, Construção e Tecnologia**. - Senac, 2014.
- OLIVEIRA, Paulo Roberto Oliveira. Obra: **Casa Pré-Fabricada - Manual de Projetos**. - Oficina de Textos, 2019
- SANTOS, Manoel dos Santos. Obra: **Estruturas Pré-Fabricadas de Concreto - Fundamentos e Aplicações**. - Zigurate, 2013
- SILVA, Edson da Silva, **Casas Pré-Fabricadas**.- Erica, 2005



17

APLICAÇÕES GEOTÉCNICAS EM INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL: ABORDAGENS PARA CICLOVIAS E CALÇADAS VERDES

**GEOTECHNICAL APPLICATIONS IN SUSTAINABLE
TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE: APPROACHES TO
CYCLE PATHS AND GREEN SIDEWALKS**

Thiago de Sousa Nascimento

Resumo

A infraestrutura de transporte desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e na conectividade de uma nação. Este artigo se concentra na aplicação de abordagens geotécnicas para promover a sustentabilidade na construção de ciclovias e calçadas verdes, abordando o desafio da mobilidade urbana no Brasil. Problemas geotécnicos em rodovias podem interromper a circulação e causar danos ambientais, destacando a necessidade de técnicas geotécnicas apropriadas. Além disso, as ciclovias e calçadas verdes emergem como soluções promissoras, mas a geotecnia desempenha um papel vital na garantia de sua durabilidade e eficácia. O trabalho utiliza uma revisão bibliográfica qualitativa e descritiva para consolidar o estado da arte em aplicações geotécnicas para infraestrutura sustentável. O artigo também discute o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) como uma ferramenta essencial na gestão da mobilidade urbana. Por meio da promoção de alternativas de transporte sustentável, como o uso da bicicleta, e a implementação de calçadas verdes, busca-se transformar as cidades brasileiras em lugares mais habitáveis e ecologicamente responsáveis.

Palavras-chave: Geotecnia, infraestrutura de transporte sustentável, ciclovias, calçadas verdes, mobilidade urbana.

Abstract

Transportation infrastructure plays a crucial role in the economic development and connectivity of a nation. This paper focuses on the application of geotechnical approaches to promote sustainability in the construction of cycle paths and green sidewalks, addressing the challenge of urban mobility in Brazil. Geotechnical problems on highways can disrupt traffic and cause environmental damage, highlighting the need for appropriate geotechnical techniques. Furthermore, cycle paths and green sidewalks emerge as promising solutions, but geotechnics plays a vital role in ensuring their durability and effectiveness. The paper uses a qualitative and descriptive literature review to consolidate the state of the art in geotechnical applications for sustainable infrastructure. The paper also discusses the Sustainable Urban Mobility Index (IMUS) as an essential tool in urban mobility management. By promoting sustainable transport alternatives, such as cycling, and implementing green sidewalks, the aim is to transform Brazilian cities into more livable and environmentally responsible places.

Keywords: Geotechnics, sustainable transport infrastructure, cycle paths, green sidewalks, urban mobility.

1. INTRODUÇÃO

A infraestrutura de transporte desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de uma nação, influenciando sua economia e conectividade interna e externa. No contexto brasileiro, a história de ocupação do território e a necessidade de integrar áreas distantes têm moldado a evolução da infraestrutura de transporte, destacando a importância de abordagens geotécnicas eficazes. Este artigo explora as aplicações geotécnicas na construção de infraestrutura de transporte sustentável, com foco nas ciclovias e calçadas verdes.

A mobilidade urbana é um desafio crescente nas cidades brasileiras, com o aumento desordenado de veículos particulares, congestionamentos e impactos ambientais significativos. Para enfrentar essa questão, é fundamental abordar os problemas geotécnicos nas rodovias, que podem interromper a circulação e causar danos ambientais. Garantir a resiliência das rodovias por meio de técnicas geotécnicas apropriadas é essencial para promover a mobilidade sustentável.

Além disso, as ciclovias e calçadas verdes emergem como soluções promissoras para melhorar a mobilidade urbana e a qualidade de vida nas cidades. As ciclovias, quando bem planejadas e construídas, incentivam o uso da bicicleta como meio de transporte sustentável. No entanto, a geotecnia desempenha um papel vital na criação de ciclovias duráveis e seguras, evitando problemas geotécnicos que comprometeriam sua eficácia.

As calçadas verdes, por sua vez, oferecem vantagens significativas, desde a gestão eficaz da água pluvial até o apoio ao crescimento saudável das árvores. A implementação bem-sucedida das calçadas verdes requer regulamentações adequadas e educação ambiental para sensibilizar a comunidade sobre seus benefícios.

Em resumo, este artigo explorará em detalhes as aplicações geotécnicas nas ciclovias e calçadas verdes, destacando sua importância na construção de uma infraestrutura de transporte sustentável no Brasil. O objetivo principal é fornecer insights sobre como a geotecnia pode contribuir para promover a mobilidade sustentável nas cidades, criando uma infraestrutura resiliente e ecologicamente responsável.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia deste trabalho envolve uma Revisão Bibliográfica qualitativa e descritiva. A pesquisa abrangeu trabalhos publicados nos últimos dez anos, de janeiro de [2013] a dezembro de [2022]. As fontes de pesquisa incluíram as bases de dados acadêmicos “Scopus”, “Web of Science” e “Google Scholar”, além de consultas em livros e materiais especializados. Foram utilizadas palavras-chave como “geotecnia”, “infraestrutura de transporte sustentável”, “ciclovias” e “calçadas verdes” para identificar estudos relevantes. A análise da literatura foi conduzida de forma sistemática, com leitura crítica e seleção de trabalhos que contribuíram para o objetivo da pesquisa. Essa revisão bibliográfica consolidou o estado da arte em aplicações geotécnicas para infraestrutura sustentável, preparando o terreno para a construção do conhecimento e discussões subsequentes no trabalho.



2.1 Resultados e Discussão

2.2.1 Geologia e infraestrutura de transportes

O desenvolvimento de uma nação está intrinsecamente ligado à infraestrutura de transportes, como destacado por Menelau (2012). Países como Inglaterra e EUA, durante a revolução industrial, evidenciaram a estreita relação entre o crescimento econômico e a melhoria das redes de transporte. Ballou (1995 *apud* Menelau, 2012) ressalta que investimentos nesse setor funcionam como catalisadores, impulsionando a competitividade econômica interna e externa.

No Brasil, a configuração atual da infraestrutura de transportes reflete sua história de ocupação. Haddad (2016) descreve como a ocupação do território se deu de forma gradual, inicialmente pela costa, estabelecendo as principais cidades e centros produtivos. A necessidade de explorar novas terras e recursos naturais impulsionou a conexão entre o litoral e o interior, impulsionando o crescimento das redes de transporte.

Historicamente, o transporte ferroviário desempenhou um papel significativo na interligação do país, proporcionando uma maneira eficaz de acessar áreas distantes com grandes cargas. No entanto, com a ascensão do presidente Juscelino Kubitschek na década de 1950 e seu plano de rápido crescimento, o transporte rodoviário ganhou destaque devido à construção mais ágil de estradas (Felício, 2017).

O cenário atual da infraestrutura de transportes no Brasil compreende vários setores, incluindo aéreo, ferroviário, marítimo, dutoviário e rodoviário, que desempenham papéis fundamentais na distribuição de mercadorias e no transporte de passageiros. O transporte aéreo é notavelmente caro e rápido, embora enfrente desafios burocráticos (Torres, 2017).

Em contraste, o setor ferroviário enfrenta problemas de eficiência devido à falta de investimento e à incompatibilidade entre suas malhas. O transporte marítimo é crucial, mas frequentemente prejudicado pela burocracia nos portos. O transporte dutoviário, embora eficaz para produtos líquidos e gasosos, é subutilizado (Conselho Federal de Administração, 2013).

O transporte rodoviário, responsável por cerca de 60% do transporte de cargas no país, é o mais extensivamente utilizado. No entanto, o estado precário das rodovias e a necessidade de equilibrar a matriz de transportes são desafios significativos (Hijjar, 2011).

Portanto, para otimizar a infraestrutura de transporte no Brasil, é essencial considerar a geologia do país, incluindo sua vasta extensão territorial e recursos naturais, e buscar soluções que promovam um sistema integrado e sustentável de transporte. Isso garantirá o crescimento econômico e a conectividade eficiente em todo o país.

2.2.2 Mobilidade urbana sustentável

A busca por mobilidade sustentável é um imperativo nas grandes cidades, onde o fluxo de veículos tem crescido de forma significativa, como evidenciado pelos dados do IBGE, que apontam um aumento de aproximadamente 58% na frota de veículos em 14 anos no Brasil (IBGE, 2020). Esse aumento desordenado de veículos particulares, muitas vezes devido à falta de alternativas eficientes de transporte público, tem implicações diretas na mobilidade urbana e no meio ambiente (Carvalho, 2016).

Nesse contexto, é fundamental abordar os problemas geotécnicos nas rodovias, pois eles desempenham um papel crítico na busca por uma mobilidade sustentável. As rodovias

são componentes essenciais da infraestrutura de transporte, permitindo o deslocamento eficaz de pessoas e bens. No entanto, eventos geotécnicos, como deslizamentos de terra e erosões, podem prejudicar ou interromper a circulação, causando congestionamentos, acidentes de trânsito e impactos negativos no meio ambiente (Garibaldi et al., 2012).

Esses problemas geotécnicos não apenas afetam a mobilidade, aumentando o tempo e os custos de viagem, mas também têm sérias implicações ambientais, contribuindo para a poluição atmosférica e sonora (Carvalho, 2016). Além disso, o crescimento desordenado de veículos pode agravar a degradação das rodovias, tornando-as mais suscetíveis a fenômenos geotécnicos adversos (Oliveira, 2020).

Assim, a promoção da mobilidade sustentável requer uma abordagem integrada que considere não apenas a eficiência do transporte, mas também a resiliência das rodovias. É essencial investir em infraestrutura rodoviária resistente a problemas geotécnicos e adotar práticas que minimizem os impactos no meio ambiente, como a conservação de áreas naturais e a adoção de medidas para prevenir a erosão (Garibaldi et al., 2012).

Em resumo, para alcançar a mobilidade sustentável nas cidades, é crucial enfrentar os problemas geotécnicos nas rodovias, garantindo que a infraestrutura de transporte seja resiliente e que as ações de mobilidade sejam compatíveis com a preservação do meio ambiente (Carvalho, 2016; Oliveira, 2020).

A mobilidade urbana é um elemento crítico na vida das cidades modernas, influenciando a qualidade de vida dos habitantes e o impacto ambiental das áreas urbanas. Para abordar questões de mobilidade e sustentabilidade, a criação e aplicação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) representa um passo significativo (Ferraz, 2020).

O IMUS é uma ferramenta analítica que desempenha um papel vital na gestão de sistemas de mobilidade urbana. Ele foi desenvolvido com o propósito de identificar e monitorar problemas relacionados à mobilidade urbana no Brasil, oferecendo uma abordagem abrangente para caracterizar o comportamento dos indicadores em várias cidades (Ferraz, 2020). O crescimento exponencial das cidades e da população urbana tem levado a um aumento constante na mobilidade urbana. No entanto, esse aumento na mobilidade também traz consigo uma série de impactos negativos, tanto a nível local quanto global. Esses impactos incluem a emissão acentuada de poluentes, congestionamentos, ruído, uso de combustíveis não renováveis, acidentes e até mesmo a fragmentação de comunidades (Costa, 2008).

Uma complicação adicional é que os danos ao meio ambiente resultantes da mobilidade podem se traduzir imediatamente em custos para a adaptação da infraestrutura urbana (Bertolini, 2008). Isso significa que as condições de mobilidade não apenas afetam o meio ambiente, mas também têm um impacto direto no funcionamento econômico das cidades, no bem-estar da população e na interação social entre os habitantes (Costa, 2008).

A mobilidade tornou-se uma condição fundamental para a participação econômica e social, mas, ao mesmo tempo, trouxe consigo uma série de problemas não resolvidos. Os modelos de desenvolvimento urbano atuais não são eficazes o suficiente para atender às crescentes demandas de mobilidade, especialmente em um contexto em que a sociedade depende cada vez mais do uso de automóveis (Bertolini, 2008).

Nesse cenário, surgem teorias e estudos que buscam abordar os desafios da mobilidade urbana sob a ótica da sustentabilidade. A introdução de conceitos de sustentabilidade na mobilidade urbana tem como objetivo tratar essa questão de forma integrada com outras políticas de desenvolvimento, reconhecendo a necessidade de equilibrar as necessidades de mobilidade com os impactos ambientais, econômicos e sociais (Gomide, 2003).

No entanto, a avaliação da mobilidade não deve se limitar apenas ao número médio de viagens por habitante. É crucial considerar as motivações e dificuldades individuais na locomoção, levando em conta fatores como tempo de viagem, custos, conforto e as externalidades geradas pelo atual modelo de mobilidade urbana (Gomide, 2003).

Portanto, enfrentar os desafios da mobilidade sustentável requer uma abordagem holística e integrada, que reconheça a interconexão entre mobilidade e sustentabilidade. Isso implica a necessidade de repensar os modelos de desenvolvimento urbano, promover alternativas de transporte mais sustentáveis e integrar políticas de mobilidade com outras estratégias de desenvolvimento, buscando um equilíbrio entre as necessidades da sociedade e a preservação do meio ambiente (Costa, 2008; Bertolini, 2008; Gomide, 2003).

2.2.3 Índice de mobilidade sustentável

Indicadores desempenham um papel crucial na análise da mobilidade e da sustentabilidade. Eles são baseados em uma ampla gama de informações, incluindo dados políticos e interações cotidianas, e fornecem informações valiosas sobre o fenômeno em questão. A qualidade de um indicador está diretamente relacionada à sua capacidade de fornecer informações confiáveis e relevantes, facilitando a comparação entre diferentes locais e áreas geográficas (Costa, 2008).

A relevância dos indicadores é fundamental para a análise do caso em questão. Indicadores acessíveis e capazes de transmitir mensagens de forma clara e confiável são essenciais para avaliar o comportamento dos habitantes de uma cidade e identificar deficiências locais (Costa, 2008).

Uma distinção importante entre indicadores tradicionais e indicadores sustentáveis é a abordagem holística dos últimos. Os indicadores de sustentabilidade urbana consideram interconexões entre meio ambiente, economia e dimensões sociais. Eles buscam ferramentas que avaliem não apenas a mobilidade sustentável, mas também a acessibilidade e a capacidade ambiental (Costa, 2008).

No contexto da mobilidade e sustentabilidade, o IMUS se destaca como uma ferramenta essencial. Ele permite uma análise completa dos aspectos que afetam a mobilidade urbana, considerando não apenas os aspectos sociais, mas também os impactos ambientais e econômicos. Além disso, a simplicidade e praticidade do IMUS tornam-no acessível a uma ampla gama de usuários, independentemente de conhecimentos técnicos avançados (Costa, 2008).

2.2.4 Benefícios de transportes sustentável

O uso da bicicleta como meio de transporte tem se destacado em várias partes do mundo, demonstrando que uma mudança no paradigma da mobilidade urbana é possível e pode trazer inúmeros benefícios (Brasil, 2007). Essas experiências bem-sucedidas, especialmente na Europa, têm demonstrado os efeitos positivos da promoção da bicicleta como modal de transporte (Brasil, 2007).

Na Europa, cidades como Amsterdã e Copenhagen registram que cerca de um terço dos deslocamentos urbanos são feitos de bicicleta. Isso se deve às políticas direcionadas para a integração da bicicleta com outros modos de transporte, incluindo a criação de ciclovias, ciclofaixas, faixas compartilhadas e integração com o transporte público (Brasil,

2007). Além disso, medidas como a moderação do tráfego e áreas compartilhadas, juntamente com campanhas educativas e legislação específica, têm melhorado a segurança viária e aumentado o uso da bicicleta (Brasil, 2001 *apud* ANTP, 2007).

Essas cidades europeias mostram que é possível reduzir o uso do automóvel individual e investir em alternativas mais sustentáveis, compreendendo a importância da mobilidade sustentável (COMISSÃO, 2000). Além das medidas práticas, campanhas de incentivo ao uso de modos de transporte não poluentes são comuns, como a Semana Europeia da Mobilidade, que promove a bicicleta, caminhadas, transporte público e compartilhamento de carros como alternativas viáveis ao automóvel (UNIÃO, 2009).

Na América do Sul, Bogotá, na Colômbia, é um exemplo notável de como a infraestrutura ciclovária pode transformar a mobilidade urbana. A cidade construiu mais de 300 km de ciclovias em menos de seis anos, resultando em um aumento significativo no uso da bicicleta para viagens diárias (Brasil, 2007). A proibição temporária de carros particulares em certas áreas da cidade durante a semana também demonstrou ser uma solução inovadora para reduzir o tráfego e promover a bicicleta como meio de transporte (Brasil, 2007).

Mesmo em países africanos, a bicicleta desempenha um papel importante, atuando como meio de transporte e veículo de carga, além de apoiar atividades como entregas e atendimentos médicos (Brasil, 2007). No Oriente Médio, países como o Catar estão investindo em infraestrutura ciclovária, reconhecendo a bicicleta como uma solução econômica e eficaz para melhorar a saúde das pessoas (ANTP, 2007).

No Brasil, cidades como Aracajú, Rio de Janeiro e Florianópolis estão promovendo a bicicleta como meio de transporte, implantando infraestrutura ciclovária planejada e obtendo resultados positivos (ANTP, 2007). No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer em termos de infraestrutura, uma vez que o Brasil tem uma das menores proporções de infraestrutura ciclovária per capita em comparação com outros países, como a Holanda (ANTP, 2007).

Em resumo, as ciclovias desempenham um papel fundamental na promoção da mobilidade sustentável, oferecendo uma alternativa viável ao uso do automóvel particular. As experiências em todo o mundo demonstram que, com investimento adequado e políticas voltadas para a bicicleta, é possível reduzir o tráfego, melhorar a qualidade do ar, promover um estilo de vida saudável e transformar as cidades em lugares mais habitáveis e sustentáveis (Brasil, 2007; ANTP, 2007; Miranda, 2009). Portanto, é crucial que mais cidades adotem medidas para incentivar o uso da bicicleta como parte integrante de sistemas de mobilidade urbana eficientes e sustentáveis.

2.2.5 Calçadas verdes

A implementação de calçadas verdes emerge como uma solução simples, porém altamente benéfica, que pode ser promovida pelo poder público para melhorar a qualidade de vida nas áreas urbanas.

Segundo Rita de Cássia Gengo, as calçadas verdes oferecem uma série de vantagens notáveis. Elas desempenham um papel fundamental na gestão da água pluvial, permitindo que a água seja absorvida pelo solo. Isso ajuda a reduzir os riscos de alagamentos nas áreas urbanas, além de contribuir para a drenagem e a recarga dos lençóis freáticos. As calçadas verdes também proporcionam mais espaço para o desenvolvimento saudável das raízes das árvores, permitindo que elas busquem água e nutrientes, enquanto auxiliam no sequestro de carbono, o que contribui para a diminuição das temperaturas locais.



Um exemplo notável dessa abordagem pode ser encontrado na cidade de Venâncio Aires, no Rio Grande do Sul, onde a prefeitura estabeleceu diretrizes específicas para calçadas verdes. Essas diretrizes proíbem degraus, pavimentações lisas, declividades acentuadas e larguras insuficientes para a passagem de pedestres. Em zonas residenciais, as calçadas devem atender a critérios de permeabilidade e utilizar materiais aprovados pela legislação. Além disso, em áreas comerciais, a instalação de piso tátil é obrigatória.

Outro aspecto importante das calçadas verdes é a redução da preocupação com canteiros irregulares e árvores plantadas em espaços inadequados. Com a implementação dessas calçadas, a possibilidade de árvores danificarem as estruturas urbanas diminui significativamente. Isso também destaca a necessidade de educação ambiental para sensibilizar as pessoas sobre os inúmeros benefícios da arborização urbana e a maneira correta de conduzi-la.

Em resumo, as calçadas verdes não apenas melhoram o ambiente urbano, mas também proporcionam vantagens significativas, como a gestão eficaz da água, o apoio ao crescimento saudável das árvores e a redução das temperaturas locais. Ao adotar regulamentações adequadas e promover a conscientização da comunidade, as calçadas verdes podem ser uma ferramenta poderosa para tornar nossas cidades mais sustentáveis e agradáveis para todos.

3. CONCLUSÃO

Este artigo buscou abordar as aplicações geotécnicas na construção de infraestrutura de transporte sustentável, com foco nas ciclovias e calçadas verdes, à luz do desafio crescente da mobilidade urbana no Brasil. Através de uma revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, consolidamos o estado da arte em aplicações geotécnicas para infraestrutura sustentável, identificando a importância de técnicas geotécnicas apropriadas para garantir a durabilidade e eficácia dessas estruturas.

Ao analisar os problemas geotécnicos nas rodovias, reconhecemos sua influência na circulação, no meio ambiente e na qualidade de vida nas cidades. A mobilidade sustentável exige uma abordagem integrada que considere a resiliência das rodovias e a minimização dos impactos ambientais. O Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) destaca-se como uma ferramenta valiosa para a gestão da mobilidade urbana.

Além disso, exploramos os benefícios das ciclovias, destacando experiências bem-sucedidas em todo o mundo, e enfatizamos a necessidade de investir em infraestrutura cicloviária planejada para promover a mobilidade sustentável. No entanto, observamos que o Brasil ainda enfrenta desafios significativos em termos de infraestrutura cicloviária.

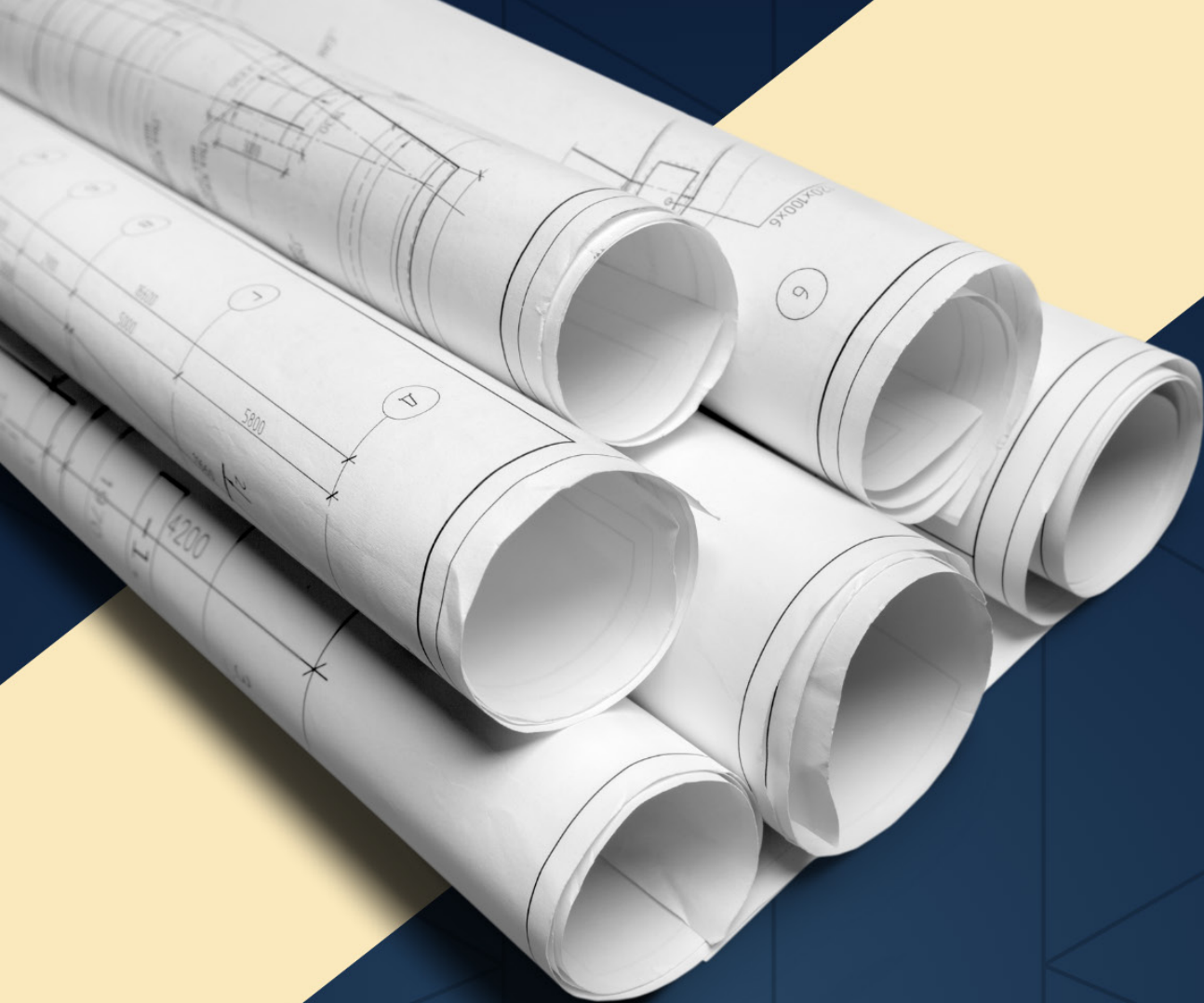
As calçadas verdes emergem como uma solução simples, mas altamente benéfica, que pode melhorar a qualidade de vida nas cidades, especialmente na gestão da água e no apoio ao crescimento saudável das árvores. Regulamentações apropriadas e educação ambiental são fundamentais para sensibilizar a comunidade sobre os benefícios dessas calçadas.

Em suma, este trabalho proporcionou uma visão abrangente das aplicações geotécnicas na promoção da infraestrutura de transporte sustentável no Brasil. Reconhecemos a relevância das técnicas geotécnicas na construção de rodovias resilientes, da mobilidade sustentável e da criação de espaços urbanos ecologicamente responsáveis. No entanto, existem desafios a serem superados, como a necessidade de investimento em infraestrutura cicloviária e a implementação generalizada de calçadas verdes.

Propomos que estudos futuros se concentrem na análise da eficácia das políticas de mobilidade sustentável e na implementação prática dessas soluções para promover um ambiente urbano mais habitável, sustentável e resiliente no Brasil.

Referências

- ANTP. Associação Nacional de Transportes Públicos. **Transporte Ciclo viário. Série Cadernos Técnicos**, v.7, setembro 2007, São Paulo: BNDES: ANTP, 2007.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1995.
- BRASIL. **Manual de planejamento ciclovitário**. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. GEIOT. Brasília, dez. 2001, 126 p.
- BRASIL. Programa Bicicleta Brasil. **Caderno de referência para elaboração de: Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Presidência da República. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2007. 232 p.
- CARVALHO, C. H. R. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Texto para Discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. n. 2.198. Brasília, DF, 2016.
- CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO. **Plano Brasil de Infraestrutura Logística. Brasília: Sistema Cfa / Cras**, 2013. 124 p.
- COSTA, M. S. **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. 2008. 274 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FELÍCIO, Francisco Aparecido. **30 de Abril: Dia do Ferroviário**. Disponível em: <http://csb.org.br/blog/2017/04/30/30-de-abril-dia-do-ferroviario-4/>. Acesso em: 22 set. 2023.
- FERRAZ, L. J. B. et al. **Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para os Aspectos Ambientais e Modos não-Motorizados em Sinop-MT**. Engineering and Science, v. 9, n. 1, 2020.
- HADDAD, Marcos. **Infraestrutura de transportes: um desafio brasileiro**. 2016. Disponível em: <http://brasildebate.com.br/infraestrutura-de-transportes-um-desafio-brasileiro/>. Acesso em: 22 set. 2023.
- HIJJAR, Maria Fernanda. **CENÁRIO DA INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA NO BRASIL**. 2011. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/cenario-da-infraestrutura-rodoviaria-no-brasil/>. Acesso em: 10 set. 2023.
- MENELAU, Bruno Gomes de Sá. **Infraestrutura do Transporte Brasileiro: Impactos Sobre o Setor Produtivo, Com Ênfase nos Modais Rodoviário e Ferroviário**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
- MIRANDA, A.C. de M. **Carta da União dos Ciclistas do Brasil ao Ministro das Cidades**, 2009. Disponível em <http://uniaodeciclistas.org.br/blog/> (Acesso: 18/09/2023).
- OLIVEIRA, G. C; WILTGEN, F. **Uma visão da mobilidade urbana: passado, presente e futuro**. Revista Tecnologia, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 1-11, jun. 2020.
- UNIÃO EUROPÉIA. Livro verde da Comissão, de 25 de Setembro de 2007: Por uma nova cultura de mobilidade urbana. Síntese COM(2007) 551 – final. Disponível em http://europa.eu/legislation_summaries/transport/bodies_objectives/l24484_pt.htm.
- UNIÃO EUROPÉIA. Semana Europeia da Mobilidade 2009: **Melhorar o clima nas cidades**. Europa: IP/09/1317, Bruxelas, 15 de Setembro 2009. Disponível em <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1317&format=HTML&aged=0&language=PT&guiLanguage=en> (Acesso: 20/09/2023).



18

PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE LITERATURA

**FIRE PREVENTION AND FIGHTING PROJECT: A
LITERATURE REVIEW**

Paulo Ranieri da Silva Souza

Resumo

O homem teve inúmeros benefícios com a descoberta do fogo. Apresenta utilidade para diversos fins, dentre as quais o processo de aquecer e preparar alimentos. Porém, mesmo com diversas vantagens oferecidas, quando não há controle do mesmo, tem em si infinita capacidade de destruir, de promover perdas materiais, patrimoniais e humanas. Neste sentido, esta pesquisa discorre acerca da relevância do projeto de prevenção e combate a incêndio e pânico, que deve ser embasado a partir de duas premissas básicas: evitar a gênese do fogo; e, existindo a ocorrência deste, oferecer meios adequados para confiná-lo em seu foco de origem, e assim possibilitar que a edificação seja desocupada de forma estratégica, rápida, e eficaz, a fim de tornar fácil o combate. Ademais, aborda-se, a priori, o conhecimento sobre o fogo, que inclui conceitos, classes, desenvolvimento do mesmo, métodos de extinção do fogo e fases em caso de sinistro. O presente estudo teve como objetivo oferecer uma revisão abrangente, de forma consolidada com recomendações práticas, embasadas em diretrizes técnicas relevantes e diretamente aplicáveis no combate ao incêndio. Ademais, o presente estudo configura-se como uma Revisão de literatura, de caráter narrativo e descritivo, realizada por meio de estudos publicados nas bases de dados como: Google acadêmico e SciELO publicados em língua portuguesa, língua inglesa, entre os anos de 2010 a 2023, e utilizou-se os seguintes descritores: “Incêndio”, “Fogo”, “Segurança”, “Projeto”, “Proteção”.

Palavras-chave: Incêndio. Fogo. Segurança. Projeto. Proteção.

Abstract

Mankind has benefited greatly from the discovery of fire. It is useful for a variety of purposes, including the process of heating and preparing food. However, despite its many advantages, when it is not controlled, it has an infinite capacity to destroy and cause material, property and human losses. In this sense, this research discusses the relevance of fire prevention and control projects, which must be based on two basic premises: preventing the genesis of fire; and, if fire does occur, providing adequate means to confine it to its source of origin, thus enabling the building to be evacuated strategically, quickly and effectively, in order to facilitate firefighting. In addition, the knowledge about fire is addressed a priori, including concepts, classes, fire development, fire extinguishing methods and phases in the event of an accident. The present study aimed to provide a comprehensive review, consolidated with practical recommendations, based on relevant technical guidelines and directly applicable to firefighting. Furthermore, this study is configured as a literature review, of a narrative and descriptive nature, carried out through studies published in databases such as: Google Scholar and SciELO published in Portuguese and English, between the years 2010 to 2023, and the following descriptors were used: “Fire”, “Fire”, “Safety”, “Project”, “Protection”.

Keywords: Fire. Fire. Safety. Project. Protection.



1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PSCIP) é um projeto que tem sua obrigatoriedade, demandado, sendo exigido por órgão público, fazendo-se necessário a todas as edificações presentes, em fase de construção ou em reforma.

No planejamento e construção de um edifício, em todas as etapas, assim como em seu uso, a segurança no combate a incêndio deverá constar e ser considerada a partir do estudo preliminar, concepção do anteprojeto, leva-se em conta até o projeto executivo, a construção, operação e manutenção do mesmo, uma vez que, sendo a segurança contra o sinistro desconsiderada em alguma destas etapas, a construção torna-se suscetível aos riscos e níveis de segurança considerados inadequados e/ou insuficientes.

O objetivo principal da segurança no combate ao sinistro é que seja minimizado o risco à vida, onde a possibilidade de eventos relacionados ao mesmo venha provocar lesões às pessoas presentes no local. É considerado risco à vida, ferimentos ocasionados em consequência da exposição de pessoas à fumaça, calor, gases nocivos, falta de oxigenação e, numa escala menor, a ineficiência de elementos estruturais e construtivos. Desse modo, a segurança à vida está diretamente ligada à excelente elaboração e concepção do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PSCIP), com objetivo de executar de forma rápida a desocupação das edificações e assim ter controle do sinistro.

Em edificações, se vier acontecer o sinistro, o mesmo poderá propagar-se de forma rápida para outras áreas, principalmente, se estas edificações não estiverem conforme as normas de segurança que estão previstas pelos órgãos responsáveis e competentes.

Este estudo objetivou oferecer aos acadêmicos, docentes, profissionais da área e sociedade em geral, uma revisão abrangente de forma consolidada e oferecer recomendações práticas, embasadas em diretrizes técnicas relevantes e diretamente aplicáveis no combate ao incêndio. Portanto, a presente pesquisa faz-se importante e justifica-se pela importância da temática apresentada e oportunizará um conhecimento maior sobre a temática abordada por parte da classe acadêmica, docentes, profissionais da área e comunidade em geral.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este estudo foi realizado através de uma Revisão Bibliográfica de Literatura, com a obtenção de materiais que apresentaram em seus desenhos de estudo a correlação com o tema: Projeto de prevenção e combate a incêndio: uma revisão de literatura. Os dados obtidos foram coletados a partir de buscas nas bases de dados sistemáticas, Lilacs, MEDLINE, SciELO, Teses, Dissertações e obras clássicas, sendo utilizados os seguintes descritores de busca “INCÊNDIO”, “SEGURANÇA”, “EDIFICAÇÕES”. Ainda levando em consideração que, em todas as etapas, o processo de leitura e análise dos estudos foram realizadas pelo autor do artigo, sendo supervisionado por seu orientador. Como critérios de inclusão, foram considerados os materiais publicados nos idiomas inglês, português e espanhol, sendo empregado o método booleano OR e AND nos descritores de busca, publicados nos idiomas português, inglês e espanhol, no recorte temporal de 2010 a 2023, materiais com confiabilidade científica e que abordaram sobre a temática deste estudo. Quanto aos critérios de exclusão, foram desconsiderados trabalhos em duplicidade, e que apesar de possuírem

os descritores elegidos, não abordaram a temática da pesquisa de forma direta, analisada pela leitura dos resumos, além de estudos publicados em idiomas diferentes do português, inglês e espanhol, fora do recorte temporal estipulado nos critérios de inclusão.

2.2 Resultados e Discussão

Baseado nos resultados dos artigos publicados entre 2010 a 2023, acerca do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio: uma revisão bibliográfica de literatura, a partir de pesquisa realizada pelos descritores “Incêndio” “Fogo” “Segurança” “Projeto” “Proteção” foram encontrados no Public/Publisher/MeDLINe (PubMed), no Scientific Electronic Library Online (SciELO) e na Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MeDLINe).

A priori foi realizada a leitura dos títulos de artigos que faziam referência ao Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio: uma revisão de literatura. Após a leitura dos títulos, foram considerados artigos os quais atendiam a delimitação proposta pela temática pesquisada. Ademais, foi realizada leitura de todos os resumos, objetivando reaver os que contemplassem o tema em questão.

A partir dos objetivos da pesquisa, foi realizada a leitura dos artigos restantes na íntegra, para dirimir possíveis dúvidas quanto à inclusão dos mesmos na revisão. Após essa etapa, permaneceram na pesquisa 6 estudos, que atenderam a todos os critérios de inclusão citados no método deste trabalho, os quais foram considerados para análise de conclusão.

O quadro 1, a seguir, traz a síntese dos artigos selecionados.

Quadro 1. Síntese dos artigos selecionados

AUTOR/ANO	TÍTULO	OBJETIVO	RESULTADOS
Santos <i>et al</i> , 2019	Prevenção e Combate a Incêndio nas Edificações.	Abordar a relevância de um sistema eficaz de prevenção e combate ao fogo nas edificações.	A prevenção ao incêndio é tão relevante quanto combater o mesmo. Também torna-se necessário o cumprimento das legislações vigentes e a capacitação de pessoas para operar os equipamentos no combate ao sinistro.
Rotondaro F. I., 2018	Estudo de caso: Projeto de Prevenção e Combate ao Incêndio e Pânico do BH supermercados, em Três Pontas.	Executar estudo e propor um Projeto para Prevenir e Combater Incêndio em estabelecimento comercial.	O PPCI é imprescindível para todo estabelecimento a fim q a fim q a fim q a fim q a fim q a fim q a fim de que minimize os riscos de perdas humanas e também patrimoniais.
Oliveira, L.R., 2019	. Projeto de Sistemas de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico de uma Edificação Multifamiliar	Idealizar Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP) para condomínio de prédio residencial multifamiliar.	A ideação do PPCI deve ser considerada a partir do anteprojeto da edificação, visando proteger a construção e ter a aprovação do órgão fiscalizador. Faz-se necessário a participação da sociedade, sendo essencial ter-se o conhecimento básico sobre fogo e métodos para extingui-lo.

Ribeiro, Fábila. 2021	Guia para Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio- Aplicação em Supermercado em São José do Rio Preto-SP.	Projetar um Guia de execução de projeto contra incêndio em estabelecimento comercial.	Cada PPCI tem suas peculiaridades, de acordo com cada tipo de estabelecimento, ocupação deste, e sua área. Para o dimensionamento de todo PPCI, deve-se considerar e analisar as características da construção e demais projetos.
Costa; Prajo; Vicentini., 2020	Prevenção e combate a Incêndios em Indústrias de Fabricação de Plástico	Analisar métodos de prevenção e combate a incêndios, assim como considerar a legislação nacional, estadual e municipal, a fim de idealizar um projeto que venha conter as técnicas de SCI (Segurança Contra Incêndio).	Faz-se necessário a instalar sistemas de hidrantes e mangotinhos, assim como para que seja executado um excelente projeto de prevenção e combate a incêndio é imprescindível que se tenha respaldo técnico de normas técnicas, validado.
Santos, C. I., 2018.	Projeto de Combate a Incêndio e Pânico de uma Edificação Mista no Município de Itapetininga-MG.	Delinear projeto de segurança contra incêndio e pânico em edifício da cidade de Itapetininga-MG.	O estudo possibilitou um conhecimento mais abrangente sobre fogo, incêndio e as devidas formas de extinção dos mesmos; caracterizar de forma correta os equipamentos necessários de combate ao fogo; deve-se considerar as Instruções Técnicas, decretos, normas e leis, e aplicabilidade das mesmas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O passo determinante para se realizar e executar um PPCI é primeiramente compreender a classificação da edificação onde se deseja efetuar a realização do projeto e, após a análise e a classificação das áreas, utilizar a NBR 9077/2001. A NBR 9077/2001 é a norma que considera as “Saídas de Emergência em Edifícios”, sendo um dos mais importantes pilares para a legislação de forma geral.

Em síntese, a classificação de toda construção, de início, deve considerar as atividades que serão desenvolvidas naquele espaço, qual tipo de material será usado na estrutura e também considerar o material que será usado naquele projeto.

Um estudo de caso realizado em uma edificação pública na cidade de Mossoró-RN (2019) relatou os seguintes pontos, dos quais, o projeto de prevenção e combate a incêndios deve ser realizado logo no início juntamente com os demais projetos da edificação, uma vez que o processo de proteção contra incêndio é de extrema relevância, assim como os outros projetos e jamais poderá ser adicionado após o projeto arquitetônico da construção ter sido finalizado. O projetista tem que atentar para as características arquitetônicas a fim de evitar erros, com informações que possam divergir do projeto arquitetônico, evitando o superdimensionamento, a geração de gastos desnecessários ao empresário (dono) da obra ou ao setor público, ou ainda subdimensionamento, levando riscos às pessoas e/ou patrimônio privado ou público.

Em consonância com esta pesquisa, um estudo realizado por Melo (2021), na elaboração de manual prático de projetos de prevenção e combate a incêndio, objetivou demonstrar de forma simples e também didática, as possíveis diretrizes que envolvem o dimensionamento, a quantificação e disposição dos inúmeros dispositivos de segurança usados

contra incêndio e pânico, procurando adequar da melhor forma ao critério de usabilidade nas construções do Rio Grande do Norte.

Kobes *et al.* (2010), ao realizarem uma revisão acerca dos óbitos em incêndios, relatam que o ponto mais relevante da segurança contra incêndio (SCI) é o tornar possível e viável as rotas de escape. O estudo aponta ainda, constatando que inúmeras referências clássicas da SCI seriam inconsistentes e que a mesma é deficiente de mais pesquisas e estudos. Esta pesquisa de revisão relata, dentre outras deduções, que a 'psiconomia' (área que se deriva da psicologia e economia) irá influenciar de forma significativa para a resposta dada pelos ocupantes da edificação no momento de incêndio (KOBES *et al.*, 2010, p. 11)

Pesquisa realizada por Seito *et al.* (2008) aponta uma relação dos requisitos funcionais de segurança que, segundo o pesquisador, devem ser considerados neste processo produtivo e ainda na utilização do edifício para dissipar os riscos, dos quais temos: tornar difícil a ocorrência do início de incêndio; tendo acontecido o início de incêndio, dificultar o aparecimento de inflamação de forma generalizada no ambiente; tornar possível a extinção do incêndio antes que a inflamação se generalize; instalada a inflamação, dificultar a propagação do fogo para outros ambientes; tornar possível a fuga dos usuários do edifício; tentar impedir a propagação do incêndio para outras construções; manter o edifício íntegro e sem danos total ou parcial; possibilitar operações de combate ao fogo e resgate e salvamento das vítimas.

Nesse contexto, a lacuna na formação de engenheiros e arquitetos relacionada à segurança contra incêndio é identificada quando os PPCI's precisam ser submetidos à aprovação do Corpo de Bombeiros Militar. É rotina perceber que os profissionais que se propõem a executar um projeto nesta área, contem com o conhecimento adquirido ao longo do processo da análise dos projetos, isso acontece após muitos retornos com as pendências pontuadas por profissionais analistas das corporações militares em todo o território nacional (SILVA, 2017).

Em relação ao Brasil, as normas prescritivas sofrem mudanças à proporção que acontecem as tragédias, e aconteceu de novo depois a ocorrência do incêndio na Boate Kiss, em que foi sancionada a Lei Federal nº 13.425, de 30 de março de 2017, que define e considera como pontos essenciais a qualificação de bombeiros militares que atuam no serviço de fiscalização e aprovação dos PPCI; a inserção da disciplina de prevenção contra incêndio nas grades curriculares dos cursos de engenharia e arquitetura que deveriam ter sido implantadas até seis meses a partir da data que esta Lei entrou em vigor; A definição e cobranças quanto às novas exigências para ambientes com lotação para mais de 100 pessoas, dentre outros.

Com mais de um ano depois da aprovação da legislação, ainda não foi possível perceber as mudanças que deveriam ter sido provocadas por ela. Vieira (2018) ressalta que se faz necessário um regulamento para operacionalização da Lei, alertando aos órgãos responsáveis pela fiscalização de exercício das profissões, e neste caso, cobrar a inclusão das disciplinas nas grades curriculares dos cursos de engenharia e arquitetura, e que estas medidas fossem para cumprimento da obrigação, com apoio do Ministério da Educação. No que se relaciona à qualificação dos bombeiros militares, a regulamentação deveria tratar da atuação em conjunto com a Secretaria Nacional de Segurança Pública nas ações voltadas para capacitação continuada.

No entanto, a Segurança Contra Incêndio e Pânico é fundamental para a incolumidade do ser humano, do patrimônio público e privado e do meio ambiente, devendo ser assegurada pelo Estado, por meio dos Corpos de Bombeiros, mas tendo contado também com a participação efetiva da sociedade, e primeiramente começando pelos projetistas,



proprietários de imóveis ou responsáveis pelo uso e manutenção dos mesmos, tendo a educação como ponto vital deste processo (SILVA, 2017). E considerar este início com a educação será viável a conscientização de uma parcela maior da população e assim viabilizar a participação de todos os envolvidos no processo.

3. CONCLUSÃO

Esta pesquisa discorre à priori sobre o estudo de fogo e incêndio, também aponta as medidas de prevenção e proteção. Apresenta, ainda, as dificuldades principais e os desafios que se relacionam com SCI (Segurança Contra Incêndio).

A elaboração do Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico (PPCIP) deve ser considerado a partir do momento de realização do anteprojeto da edificação. O processo de proteção da edificação, jamais deve estar condicionado somente à elaboração do projeto e/ou ao fim de sua aprovação pelo órgão fiscalizador; é importante que a segurança contra o sinistro seja questionada no decorrer da vida útil das construções, com as devidas inspeções e obrigatoriedade das manutenções periódicas

Embasado neste estudo foi imprescindível perceber a importância de que haja incentivo para os programas educativos e que a inclusão da disciplina de Segurança Contra Incêndio seja adicionada aos currículos nos cursos de engenharia e arquitetura do país, para que dessa forma haja a capacitação de projetistas.

Por meio de incentivo às pesquisas e assegurar o fortalecimento dos códigos vigentes no país, será possível cobrar a aplicabilidade de um código embasado em desempenho, mas também se faz necessário que a população passe a atuar como agentes que, comprometidos com esta causa, tornem-se modificadores neste processo de cenário atual, e que as autoridades competentes dos órgãos governamentais, atuem em favor do plano de segurança de combate contra incêndios nas edificações.

No Brasil é utilizada a metodologia dos códigos prescritivos. Entretanto, com a redação nova aplicada à NR-23, nota-se a possibilidade de se adotar uma legislação e que demonstra uma preocupação dos órgãos públicos em tornar uniforme as exigências de projeto.

Referências

- COSTA, R. I.; PRAJO, T. C. C.; VICENTINI, H. A. **Prevenção e Combate a Incêndios em Indústrias de Fabricação de Plástico**. Anais do 11º Fórum Científico UNIFUNEC: Educação, Ciência e Tecnologia, 18 a 21 de novembro, Santa Fé do Sul (SP), v.11, n.11, 2020.
- KOBES, M.; HELSLOOT, I.; DE VRIES, B.; POST, J. G. Building safety and human behaviour in fire: a literature review. **Fire Safety Journal**, v. 45, n. 1, p. 1-11, jan. 2010.
- MELO, MARIANA LOPES ARAÚJO MEDEIROS DE. **Estudo para elaboração de manual prático de projetos de prevenção e combate a incêndio no Rio Grande do Norte** / MarianaLopes Araújo Medeiros de Melo. - 2021. 331 f.: il.
- OLIVEIRA, RODRIGUES LAURA. **Projeto de sistemas de prevenção e combate a incêndio e pânico de uma edificação multifamiliar**. Universidade Federal de Uberlândia-MG, 2019.
- RIBEIRO, FÁBIA. **Guia para projeto de prevenção e combate a incêndio: Aplicação em um supermercado em São José do Rio Preto** – SP. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.
- ROTANDARO, F. ISABELA. **Estudo de caso: Projeto de prevenção e combate ao incêndio e pânico do BH supermercados, em Três Pontas**. UNIS-MG, 2018.
- SANTOS, AMANDA DINIZ; SANTOS, ISADORA DINIZ; CORREA, WILLIAN; **PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊN-**

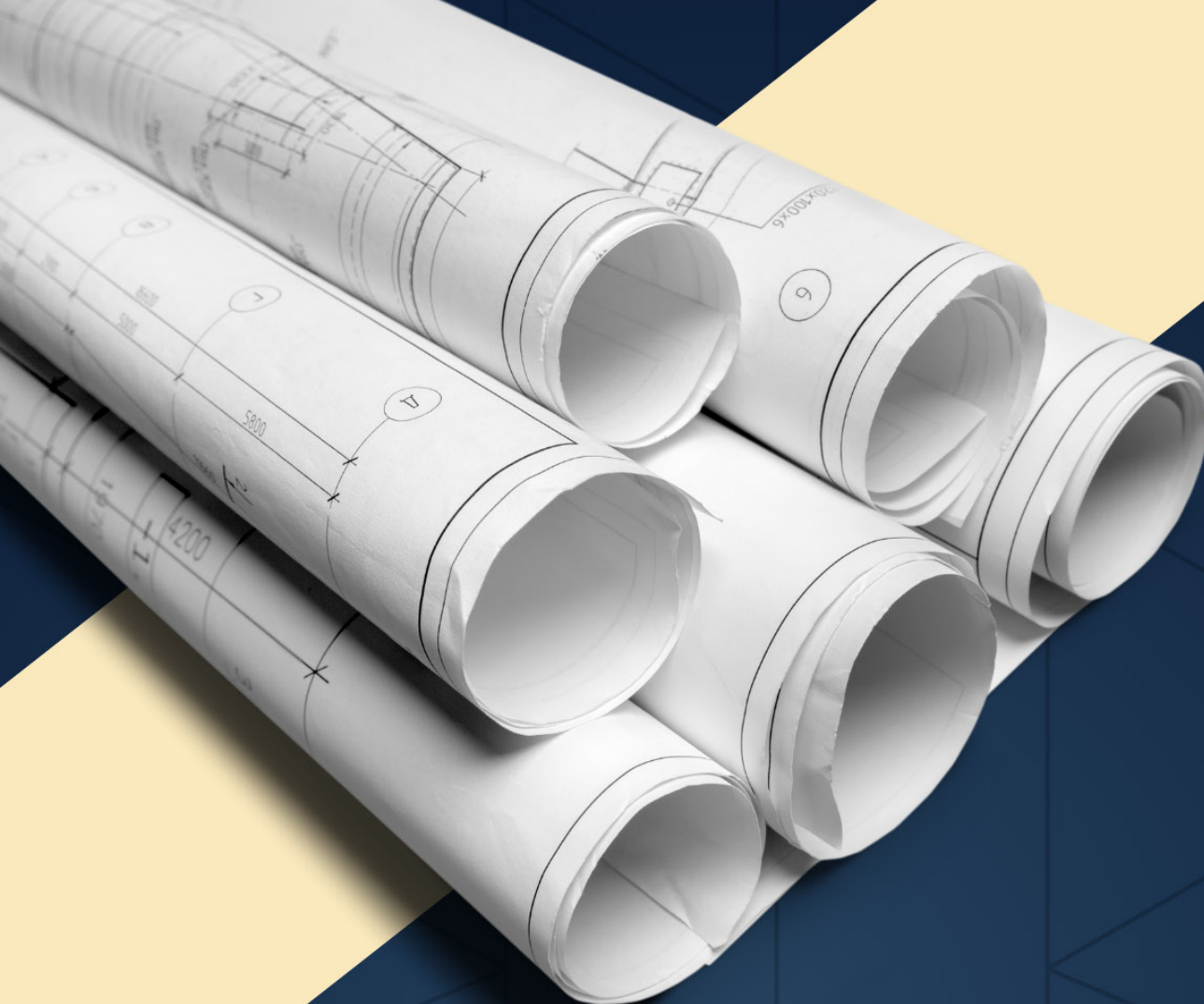
DIO NAS EDIFICAÇÕES. Anais do 1º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsona. 2019; 567-581

SEITO, A. I; et al. **A Segurança Contra Incêndio No Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p. Disponível em<http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/icb/wpcontent/uploads/2017/02/aseguranca_contra_incendio_no_brasil.pdf. Acesso em: 09 set. 2023.

SILVA, V. L. DA. **Fatores que influenciam o prazo das análises de projetos e vistorias das medidas de segurança contra incêndio/ e pânico realizadas pelo corpo de bombeiros militar de Alagoas.** 2017.

VIEIRA, J. A. **A Lei nº 13.425/2017 (Lei Kiss) e a análise acerca da necessidade de expedição de decreto executivo para sua regulamentação.** 2018.





19

CONSTRUÇÕES EM ESTRUTURAS METÁLICAS

CONSTRUCTIONS IN STEEL FRAME

Pedro Aurélio de Andrade Aguiar

Resumo

O Steel Frame é um sistema de construção moderno que oferece uma série de vantagens. Primeiramente, a velocidade na construção das estruturas é significativamente reduzida, pois, as estruturas são construídas com componentes industrializados. Além disso, oferece excelente isolamento térmico e acústico, tornando-o uma opção atraente para muitos construtores. A manutenção também é prática e rápida, com instalações elétricas e encanamentos realizados de forma mais eficiente e com quase nenhum entulho de sobra. Economicamente, as construções com Steel Frame são mais baratas, pois dispensa materiais como tijolos e cimento que são essenciais em construções de alvenaria tradicional. O sistema de construção a seco também reduz sensivelmente a geração de resíduos, o desperdício de materiais e o impacto ambiental da obra. Em termos de resistência, o Steel Frame é ideal para locais que sofrem com abalos sísmicos e constantes tempestades com ventos fortes. Finalmente, a durabilidade de uma obra em Steel Frame pode chegar a até 400 anos, tornando-o uma opção de longo prazo para muitos projetos de construção.

Palavras-chave: Construção. Estrutura. Sustentabilidade. Custo. Leveza.

Abstract

Steel Frame is a modern construction system that offers a number of advantages. Firstly, the speed of building structures is significantly reduced, as structures are built with industrialized components. Furthermore, it offers excellent thermal and acoustic insulation, making it an attractive option for many builders. Maintenance is also practical and quick, with electrical and plumbing installations carried out more efficiently and with almost no debris left over. Economically, constructions with Steel Frame are cheaper, as they do not require materials such as bricks and cement that are essential in traditional masonry constructions. The dry construction system also significantly reduces waste generation, material waste and the environmental impact of the work. In terms of resistance, Steel Frame is ideal for places that suffer from earthquakes and constant storms with strong winds. Finally, the durability of a Steel Frame work can reach up to 400 years, making it a long-term option for many construction projects.

Keywords: Construction. Structure. Sustainability. Cost. Lightness.



1. INTRODUÇÃO

Sendo bastante difundido nos Estados Unidos, Japão e entre os países da Europa, as construções em Steel Frame, que também podem ser chamados de construção a seco, é uma técnica de construção que a estrutura da edificação é feita com perfis de aço galvanizado.

Esse sistema vem ganhando cada vez mais espaço na construção civil no Brasil e no mundo, por oferecer algumas vantagens em relação a processos construtivos tradicionais como concreto armado e alvenaria estrutural, devido a sua rapidez, resistência, sustentabilidade e durabilidade.

As construções em Steel Frame têm como característica a sua leveza, pois as estruturas são feitas para suportar cargas com um peso menor se comparado às construções de concreto armado e alvenaria estrutural. Permite também projetos com vãos maiores, possibilitando espaços internos melhor distribuído.

Sabe-se que no mercado de construção civil, a mão de obra qualificada é escassa e, em se tratando de Steel Frame, tende-se a ficar mais difícil ainda de se achar. Então, o que é preciso fazer para que esse cenário mude e possa ter mais mercado de trabalho e mão de obra qualificada, não só em alvenaria, mas também em outros tipos de construções como o Steel Frame?

O objetivo geral é conhecer um pouco das construções em Steel Frame, entender como é feito esse tipo de construção e comparar com outros tipos de construções no mercado brasileiro.

Os objetivos específicos são compreender o processo de construção em Steel Frame, comparar com outros tipos de construções, como o de alvenaria, sendo o mais utilizado do Brasil, discutir sobre os problemas com esse tipo de construção e entender o porquê ele ainda é pouco usado no Brasil.

Irá difundir-se sobre a construção em Steel Frame no Brasil, mostrar as suas vantagens e fazer com que as suas desvantagens não sejam tão relevantes na hora da escolha do modelo de construção a ser utilizado, tanto em estabelecimentos residenciais quanto comerciais, dependendo da região em que for aplicada a obra.

Demonstrar também que esse método de construção pode ser viável a obras de pequeno e médio padrão, sendo possível a diminuição de custos quando feitas em uma escala maior como construções de casas populares, lofts, e pequenos centros comerciais tornando assim esse tipo de construção mais acessível e conhecida do público em geral no Brasil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A pesquisa realizada foi uma revisão do tema, onde foram pesquisados artigos e livros em sites de busca como google.com, duckduckgo.com, sites de pesquisas científicas como scholar.google.com.br, scielo.br, pdf's de livros que falam a respeito do tema, com o período de até 15 anos onde as palavras chaves utilizadas foram: "O que é", "tempo médio", "vantagens", "desvantagens", "custos", "vale a pena investir?", "dificuldades".

2.2 Resultados e Discussão

O Steel Frame é um sistema construtivo que utiliza perfis de aço galvanizado como principal elemento estrutural, substituindo os materiais convencionais como tijolos, blocos de concreto e vergalhões. É uma forma de construção a seco, que dispensa o uso de água, areia e cimento na obra, reduzindo o desperdício de materiais e o impacto ambiental.

Os perfis de aço galvanizado como os da figura 1 trazem leveza e durabilidade a estrutura e são de fácil montagem.



Figura 1. Estrutura com perfis de aço galvanizado

Fonte - Durabilidade dos perfis de aço galvanizado no Steel Framing (adbarbieri.com) 2021

Campos (2012) fala que é um sistema construtivo aberto, que permite a utilização de diversos materiais. Sendo flexível, não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizado e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas. É customizável permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto, além de ser durável e reciclável. Apresenta ótima resistência à incêndio, pois é revestido por placas de gesso acartonado, material com elevada resistência ao fogo.

A arquiteta Scalzo (2012) diz que a flexibilidade do sistema é uma das suas grandes vantagens. Os perfis galvanizados são montados em painéis muito leves, que podem ser manuseados facilmente no canteiro.

O Steel Frame é um sistema que surgiu como uma evolução do Wood Frame (estrutura de madeira), que utiliza o mesmo princípio de montagem de painéis com perfis leves, mas com a vantagem de ser mais resistente e durável.

A figura 2 mostra uma casa sendo construída em Wood Frame, que assim como o Steel Frame segue o mesmo princípio de construção e acabamento.



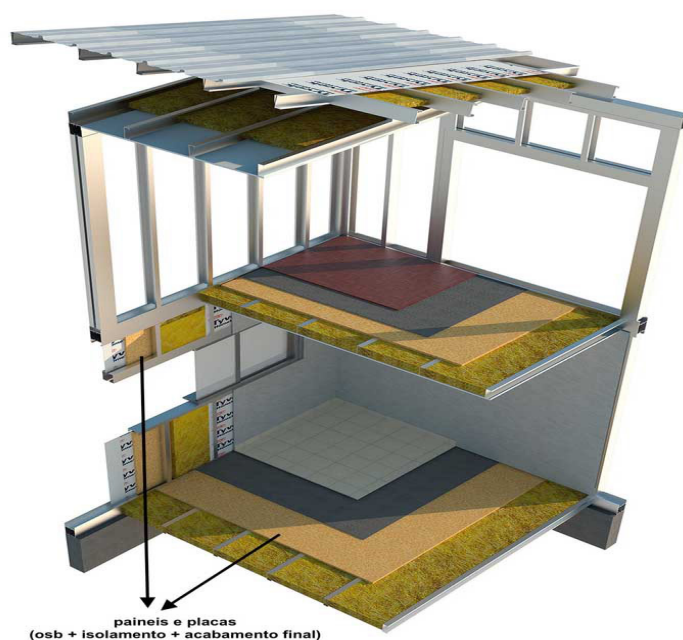
Figura 2. Casa em estrutura de madeira (Wood Frame)

Fonte - Wood Frame – Construtora Casa Rápida (construtoracasarapida.com.br) 2020

Em relação ao Steel Frame, o Wood Frame torna-se mais versátil, pois, conforme a necessidade é mais fácil de fixar e/ou modificar a estrutura.

Segundo Pereira (2020) o Wood Frame é um sistema com baixo consumo de energia no processamento, proveniente de fontes renováveis e alta resistência a cargas assim como o Steel Frame. Já Bernau Jr. (2023) comenta que o Steel Frame é mais forte e leve que a madeira e tem mais resistência aos elementos. Também dura mais tempo e requer menos manutenção do que o Wood Frame.

O Steel Frame é composto por perfis de aço galvanizado que formam o esqueleto estrutural da edificação, podendo receber diversos tipos de revestimentos internos e externos, como placas cimentícias, Drywall, madeira, entre outros. O sistema também permite a instalação de isolamentos térmicos e acústicos, garantindo maior conforto e eficiência energética.



https://www.behance.net/agustina_suarez

Figura 3. Elementos usados na construção em Steel Frame

Fonte - Steel Frame: O que é, Vantagens, Desvantagens e Fotos (decorfacil.com) 2023

A figura 3 mostra bem os materiais utilizados em uma construção de Steel Frame, com suas disposições e onde devem ser aplicados.

2.2.1 Vantagens e Desvantagens

Uma das principais vantagens do Steel Frame é a rapidez na execução da obra, que pode ser até 50% menor do que a construção convencional. Pereira (2018) frisa que uma das características é a precisão do sistema, tanto dos cálculos quantitativos, quanto da execução. A geração de resíduos é praticamente zero, já que a estrutura é fabricada com as dimensões definidas em projeto, dispensando o corte de peças, consequentemente isso gera uma construção mais barata, rápida e limpa.

Com um tempo estimado de 60 (sessenta) dias para a construção de uma casa básica, sendo que para esta mesma casa, levaria-se o dobro ou mais de tempo para uma construção em alvenaria. Isso deve-se ao fato de que os perfis de aço são fabricados sob medida e pré-montados na fábrica, facilitando o transporte e a montagem no canteiro. Além disso, como o sistema é a seco, não há necessidade de esperar a cura do concreto ou a secagem da argamassa, podendo-se iniciar o acabamento logo após a montagem dos painéis. Em se tratando de alvenaria convencional, Lima (2018) reforça que o diferencial desse modelo é a flexibilidade para elaborar projetos diferenciados esteticamente, uma vez que não se utiliza formas prontas e padronizadas. Contudo, isso também pode provocar problemas no prumo ou nível, exigindo decisões de última hora durante a execução. O que não acontece com o Steel Frame por sua montagem ser toda no esquadro.

Deve-se levar em consideração também outros fatores que podem variar o tempo de execução de ambos os modos de construção como a quantidade de pessoas e a área total a ser construída. Se forem incluídos fundação, estrutura, vedações e cobertura, o tempo médio pode subir para 150 (cento e cinquenta) dias.



Figura 4. Casa em alvenaria estrutural

Fonte - Chukum: El legado yucateco al diseño y la arquitectura – CHUKUM (pastadechukum.com) 2021

Como se observa na figura 4, uma casa sendo construída em alvenaria convencional. O que chama-se de construção suja por gerar muitos resíduos, além de utilizar em abundância a água, um recurso natural precioso, o que colabora para uma construção não sustentável. Ao contrário do Steel Frame que utiliza água basicamente apenas na sua fundação e também geram-se poucos resíduos na sua construção, tornando-se mais fácil fazer o descarte.



Figura 5. Casa em steel frame

Fonte - Steel Frame | Sorocaba | Galan & Machado de Araujo Arquitetos (galanemachadodearaujo.com.br) 2019

Já na figura 5, o que se chama de construção limpa, uma casa em estruturas metálicas (Steel Frame).

Além da rapidez, o Steel Frame apresenta outras vantagens em relação à construção convencional, tais como:

- Maior precisão dimensional e qualidade dos materiais;
- Menor peso próprio da estrutura, reduzindo as cargas nas fundações;
- Maior flexibilidade no projeto arquitetônico, permitindo variadas formas e estilos;
- Maior resistência ao fogo, à corrosão e aos cupins;
- Menor geração de resíduos e entulhos na obra;
- Maior facilidade de manutenção e reforma.

Apesar das vantagens, o Steel Frame também possui algumas desvantagens que devem ser consideradas antes de optar pelo sistema, tais como:

- Necessidade de mão de obra especializada e capacitada para a montagem;
- Maior custo inicial dos materiais em relação aos convencionais;

- Menor disponibilidade de fornecedores e fabricantes no mercado brasileiro;
- Maior dificuldade de adaptação às normas técnicas e regulamentações locais;
- Maior vulnerabilidade à umidade e à oxidação se não houver um tratamento adequado.

Junqueira (2019) afirma que se precisa calcular e planejar o sistema de Steel Frame minuciosamente, por não permitir erros e desperdícios que podem pesar no bolso. Assim, possuem manuseio diferenciado em comparação às construções de alvenaria. Entretanto, Lima (2018) fala que a construção convencional gera maiores gastos, pois a tubulação é instalada depois que as paredes já estão erguidas. Desse modo, o construtor desperdiça entre 20% e 30% do material.

Há um outro ponto no Brasil a ser mencionado que é sobre a cultura de construção. Junqueira (2019), em relação ao Steel Frame, expressa que ainda que não seja a mais popular, a utilização desse modelo construtivo tem crescido muito no Brasil. Entretanto, ainda há uma resistência grande em substituir os processos tradicionais da construção civil. Resaltando a preferência da população Brasileira pela construção convencional independente do tempo ou dinheiro gastos no processo construtivo.

2.2.2 Custos com a obra

O custo do Steel Frame pode variar de acordo com diversos fatores, como o tipo e a qualidade dos materiais utilizados, o projeto arquitetônico, o local da obra, entre outros. Segundo a arquiteta Sant'Ana (2022) uma obra em Steel Frame com padrão médio, custa em torno de R\$1.900,00 por metro quadrado. De modo geral, estima-se que o custo do metro quadrado construído com Steel Frame seja entre 5% e 15% maior do que o da construção convencional com alvenaria estrutural. No entanto, esse custo pode ser compensado pela economia gerada pela rapidez na execução, já que a maioria das peças vem pré-fabricadas, pela redução do desperdício de materiais também pelo mesmo motivo e pela menor necessidade de fundações devido à leveza da estrutura utilizada.

Segundo Barbosa (2023) uma obra em alvenaria para o estado de São Paulo, o metro quadrado ficaria em torno de R\$1340,00, isso sem levar em consideração os valores do terreno e fundação.

Será se é viável investir em um tipo de construção diferente da convencional?

A resposta para essa pergunta depende dos objetivos e das expectativas de cada cliente. O Steel Frame é uma opção interessante para quem busca uma construção rápida, limpa, sustentável e com alto padrão de qualidade. Por outro lado, é preciso estar disposto a pagar um valor mais alto pelos materiais e pela mão de obra especializada, além de enfrentar algumas dificuldades relacionadas à disponibilidade no mercado e à adequação às normas técnicas. Portanto, só valerá a pena investir no Steel Frame se houver um planejamento prévio e uma análise criteriosa dos custos e benefícios envolvidos.

2.2.3 Dificuldades com esse método de construção

As principais dificuldades enfrentadas pelo Steel Frame no Brasil são:

- Falta de conhecimento e divulgação do sistema entre os profissionais da construção civil e os consumidores finais;



- Falta de padronização e normatização específicas para o sistema;
- Falta de mão de obra qualificada e experiente para a execução do sistema;
- Falta de competitividade dos preços dos materiais em relação aos convencionais;
- Falta de incentivos fiscais e financiamentos para o sistema.

3. CONCLUSÃO

Analisando-se os vários tipos de construções, formatos e demandas, a estrutura metálica pode ser mais viável em algumas delas. Levando-se em consideração, por exemplo, a indústria, a estrutura metálica seria uma ótima opção, por ser de rápida execução, pois na indústria, quanto mais rápida a execução, mais rápido é o retorno financeiro. Além da mobilidade, sustentabilidade e maior possibilidade de variar a divisão do espaço interno.

Entrando-se para a parte comercial, a depender do tamanho do estabelecimento e sem levar em consideração o tempo, a estrutura metálica tem poucas vantagens em relação à alvenaria estrutural, como a sustentabilidade e menor custo com a fundação, tornando a alvenaria estrutural uma boa opção para esse tipo de estabelecimento.

Já levando-se em consideração o tempo, a estrutura metálica encontra uma boa concorrente, que é a construção com containers, que além de ser tão rápido, sustentável e leve quanto a estrutura metálica, pode ser até mais barato, a depender de fatores como o tamanho, fornecedor e mão de obra especializada.

Voltando-se para as construções residenciais de pequeno, médio e alto padrão, a estrutura metálica tem grandes desafios como, o preço por metro quadrado e a aprovação do público brasileiro em geral, que não estão habituados a outros tipos de construções residenciais fora a alvenaria estrutural, sendo o mais usado no Brasil, com mão de obra mais barata e mais fácil de encontrar. Outro tipo de construção que pode ser um obstáculo também é a estrutura de madeira (Wood Frame), que possui as mesmas vantagens da estrutura metálica (Steel Frame), mas que dependendo da região pode ser muito mais barato e viável.

Portanto, valerá a pena investir na estrutura metálica (Steel Frame), se tão somente houver um planejamento prévio e uma análise criteriosa dos custos e benefícios envolvidos para cada tipo de construção, seja ela industrial, comercial ou residencial.

Referências

CAMPOS, Alessandro de Souza. **O que é o Light Steel Framing**. IBDA - Fórum da Construção. 2012. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>; Acesso em: 30 set. 2023.

CONSTRUÇÃO, Redação do Fórum da. **Light Steel Framing, Versatilidade, Rapidez Na Montagem E Um Excelente Acabamento**. IBDA - Fórum da Construção. 2012. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=484>; Acesso em: 30 set. 2023.

CHUKUM: El legado yucateco al diseño y la arquitectura – CHUKUM <https://www.pastadechukum.com>. Acesso em: 23 set. 2023.

QUANTO custa construir uma casa? Preços em 2023 <https://www.cronoshare.com.br/quanto-custa/construir-casa>. Acesso em: 08 set. 2023.

STEEL frame: o que é e como fazer? - Construindo Casas. <https://www.construindocasas.com.br/blog/construcao/steel-frame/>. Acesso em: 08 set. 2023.

STEEL Frame: o que é, características, vantagens e desvantagens | Fórum da Construção. <https://www.forum->

daconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=2161. Acesso em: 29 out. 2023.

STEEL Frame: O que é, Vantagens, Desvantagens e Fotos - Decor Fácil. <https://www.decorfacil.com/steel-frame/>. Acesso em: 09 set. 2023.

STEEL frame: o que é, vantagens e fotos para conhecer o método. <https://www.tuacasa.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 09 set. 2023.

STEEL Frame | Sorocaba | Galan & Machado de Araujo Arquitetos <https://galanemachadodearaujo.com.br>. Acesso em: 30 set. 2023.

STEEL Frame e Timber Frame: vantagens dos sistemas construtivos a seco | ArchDaily Brasil - archdaily.com.br Acesso em: 30 set. 2023.

STEEL Framing vs. Wood Framing: diferenças, prós e contras. <https://www.alansfactoryoutlet.com/blog/steel-framing-vs-wood-framing/>. Acesso em: 29 out. 2023.

WOOD Frame – Construtora Casa Rápida <https://www.construtoracasarapida.com.br>. Acesso em: 23 set. 2023.

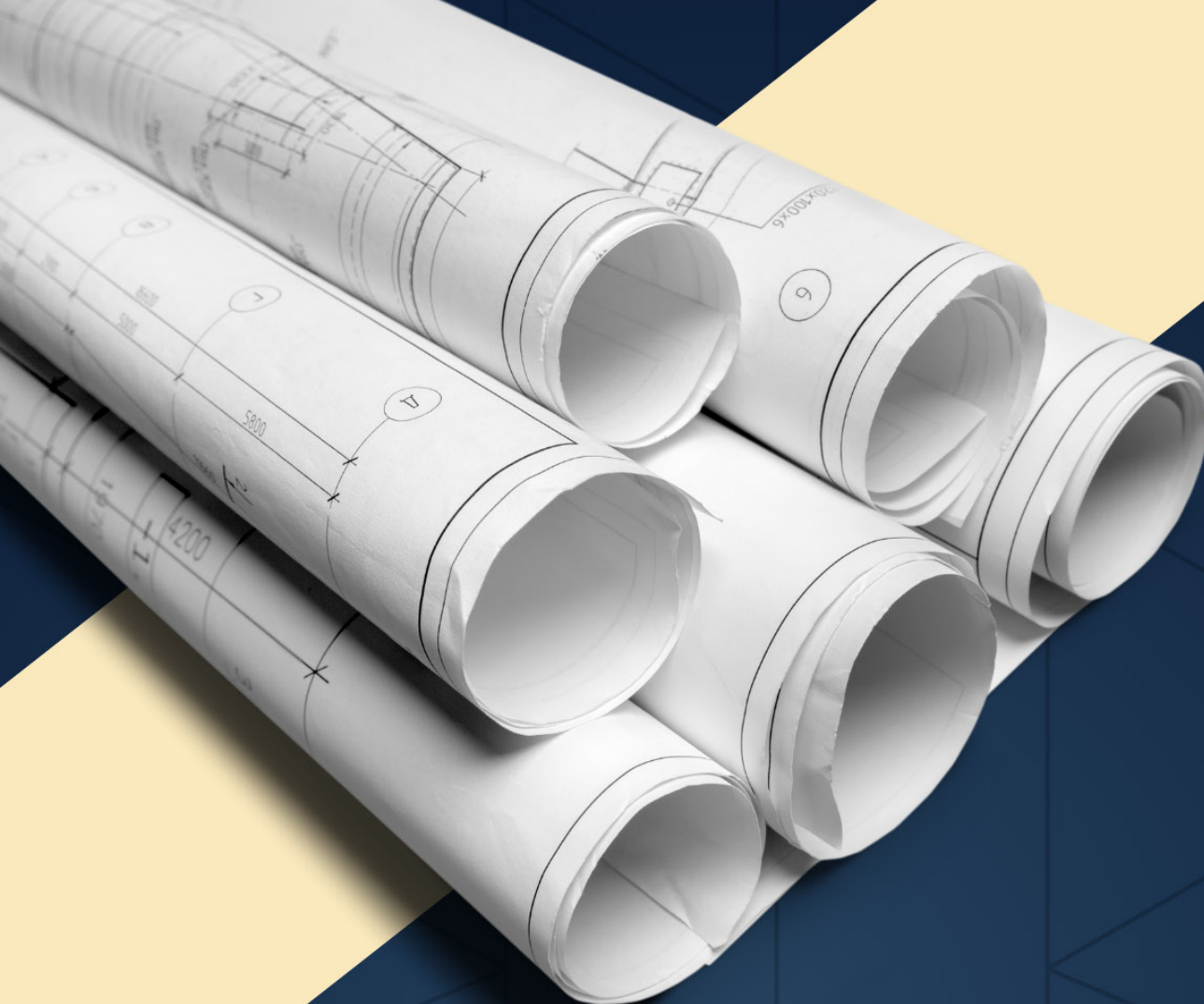
Disponível em: <https://www.adbarbieri.com/pt-br/blog/todas-as-fases-de-um-projeto-em-steel-frame> Acesso em: 23 set. 2023.

Disponível em: <https://conteudo.espacosmart.com.br/steel-frame/> Acesso em: 23 set. 2023.

Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/steel-frame-construcao-civil/> Acesso em: 16 set. 2023.

Disponível em: www.vivendobauru.com.br/quanto-custa-o-m2-de-construcao-em-steel-frame/ Acesso em: 30 set. 2023.





20

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE OBRA E PROJETOS

THE IMPORTANCE OF CONSTRUCTION AND PROJECT
MANAGEMENT

Filipe Viana Alves Martins

Resumo

A gestão de obra e projetos é um elemento crucial na indústria da construção civil e em diversas outras áreas. Este trabalho destaca os principais pontos de um artigo que discute a importância dessa gestão. A gestão de obra e projetos visa assegurar que os projetos sejam executados de forma eficiente, dentro do prazo e orçamento estipulados. Isso é fundamental para garantir a rentabilidade e o sucesso de qualquer empreendimento. Os clientes satisfeitos são essenciais para o sucesso a longo prazo de qualquer negócio. Uma gestão eficaz assegura que as necessidades e expectativas do cliente sejam atendidas, o que pode resultar em referências positivas e oportunidades de negócios futuros. Diante desse contexto o objetivo geral identificar qual a importância do planejamento e gestão dentro da construção civil. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão de literatura, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil dentre outros, envolvendo a temática discutida. Nos resultados os estudos demonstraram que uma boa gestão de projeto contribui para a eficiência, a satisfação do cliente, a qualidade, a sustentabilidade e a adaptação a desafios inesperados. Conclui-se que investir em uma gestão eficaz é uma estratégia fundamental para alcançar resultados positivos em qualquer projeto.

Palavras-chave: Gestão. Projeto. Obra. Construção Civil.

Abstract

Construction and project management is a crucial element in the construction industry and in several other areas. This work highlights the main points of an article that discusses the importance of this management. Work and project management aims to ensure that projects are executed efficiently, within the stipulated deadline and budget. This is essential to guarantee the profitability and success of any enterprise. Satisfied customers are essential to the long-term success of any business. Effective management ensures that customer needs and expectations are met, which can result in positive referrals and future business opportunities. Given this context, the general objective is to identify the importance of planning and management within civil construction. The methodology used is a literature review, using a qualitative and descriptive method. The search was carried out using the following search engines Scientific Electronic Library Online (Scielo), Google Scholar, Revista Eletrônica de Engenharia Civil, among others, involving the topic discussed. In the results, studies demonstrated that good project management contributes to efficiency, customer satisfaction, quality, sustainability and adaptation to unexpected challenges. It is concluded that investing in effective management is a fundamental strategy for achieving positive results in any project.

Keywords: Management, Project, Constructions, Construction.



1. INTRODUÇÃO

A gestão de obras e projetos desempenha um papel fundamental em uma ampla gama de setores, desde a construção civil até a indústria de tecnologia da informação e muitos outros. Trata-se de uma disciplina que envolve o planejamento, a organização, a execução e o controle de projetos com o objetivo de atingir metas específicas, como concluir uma construção, implementar um sistema de software ou entregar um produto dentro do prazo e do orçamento estabelecidos.

A relevância da gestão de obras e projetos é inegável, pois afeta não apenas a eficiência na conclusão de tarefas, mas também a qualidade dos resultados finais. Uma gestão eficaz pode contribuir para o sucesso de um projeto, enquanto a falta de uma gestão adequada pode resultar em atrasos, custos excessivos e resultados insatisfatórios.

A escolha do tema do presente estudo justifica-se pela sua importância para a eficiência, a rentabilidade e a qualidade dos projetos de construção, bem como pelo seu impacto na economia, na segurança e no desenvolvimento profissional. Investir em uma gestão de obras eficaz é fundamental para o sucesso e a sustentabilidade da indústria da construção civil e de outros setores que dependem da realização de projetos.

Dentro desse cenário, visa entender os impactos gerados por esse processo, e caso o mesmo não seja executado de forma adequada o que isso pode influenciar no andamento da construção e até mesmo na qualidade e resultado final da mesma. Logo esse trabalho visa a responder a seguinte questão: Qual a importância do planejamento e controle de obra?

Este estudo tem como objetivo geral identificar qual a importância do planejamento e gestão dentro da construção civil. Enquanto os objetivos específicos apresentar os conceitos mais importantes relacionados ao planejamento e controle; identificar quais os impactos que um mal planejamento pode gerar em uma construção. E por fim, descrever os principais modelos de construção que prese a agilidade e qualidade das construções.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão de literatura, no qual foi realizada consulta a livros e dissertações e em artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Capes e Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados forma os trabalhos publicados nos últimos 5 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Gestão de projeto, Planejamento de Obras, Construção Civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gerenciamento de Projeto

A afirmação de Nakamura (2018) destaca a complexidade da gestão de obras na construção civil. Gerenciar uma obra na construção civil é um desafio que requer habilidades técnicas, financeiras e interpessoais. O gestor desempenha um papel central na coordenação de todas as partes envolvidas no projeto e na garantia de que ele seja concluído com sucesso, dentro do prazo e do orçamento estabelecidos.

Raumond (2018) destaca que o planejamento é uma etapa fundamental na gestão de obras, pois permite que o gestor tenha uma visão clara e detalhada do projeto, antecipe problemas e tome medidas preventivas e corretivas de forma eficaz. Isso contribui para o sucesso do empreendimento, reduz custos e otimiza o tempo de execução da obra.

A afirmação de Atkinson (2019) destaca a importância do monitoramento do cronograma de obra como parte integrante de um bom gerenciamento de obra na construção civil. Em resumo, o monitoramento do cronograma de obra é uma prática essencial no gerenciamento de projetos de construção. Ele permite que o gestor acompanhe o progresso da obra, identifique desvios, tome decisões informadas e assegure que o projeto seja concluído dentro do prazo estabelecido.

Mattos (2019) enfatiza a importância do planejamento da obra como uma das principais ferramentas do gerenciamento na construção civil. Ele ajuda a priorizar ações, acompanhar o progresso, detectar desvios em relação à linha de base e tomar providências para garantir o sucesso do projeto.

Silva (2018) ressalta a abrangência do planejamento de obra, que inclui estudos de longo, médio e curto prazos. Além disso, destaca a importância desse planejamento em um contexto de mercado imobiliário competitivo. O planejamento de obra é uma ferramenta estratégica que abrange diferentes horizontes temporais e desempenha um papel crucial na competitividade e no sucesso das empresas do setor da construção civil.

Orlickas (2019) destaca a importância do planejamento como uma ferramenta de gestão que visa prever e gerenciar os fatores que podem afetar os resultados de um projeto ou empreendimento. Ele contribui para a tomada de decisões mais informadas, reduz a incerteza e melhora a eficiência na execução de empreendimentos. Por meio do planejamento, os gestores podem enfrentar desafios com maior confiança e maximizar as oportunidades disponíveis.

Arantes (2018) enfatiza que o planejamento é a base sobre a qual as outras funções gerenciais são construídas. Sem um planejamento adequado, a direção e o controle tornam-se desafiadores e menos eficazes. O planejamento fornece a estrutura e a direção necessárias para orientar as ações da equipe e alcançar os objetivos organizacionais. Portanto, é uma função gerencial crítica que influencia diretamente o sucesso das operações de uma organização.

Raymond (2018) destaca que o planejamento é um processo orientado por objetivos. A definição clara dos objetivos é o ponto de partida essencial, pois fornece direção e propósito ao planejamento. Ter objetivos bem estabelecidos permite que a equipe saiba exatamente para onde estão indo e, a partir daí, podem desenvolver planos eficazes para alcançar esses objetivos. É uma abordagem fundamental para orientar o sucesso de qualquer empreendimento ou organização.

Jasper (2018) explica que o plano de gerenciamento é uma ferramenta essencial para a gestão eficiente de projetos. Ele ajuda a definir o escopo, propósito e abordagem do projeto, gerencia os riscos, lida com as pessoas envolvidas e é personalizado para as necessidades de cada projeto. Ter um plano de gerenciamento bem elaborado é fundamental para o sucesso na execução de projetos.

Silva (2018) enfatiza que o gerenciamento do tempo é um aspecto crítico em projetos de construção civil e que sua má gestão pode levar a uma série de consequências negativas. Portanto, é fundamental que os projetos sejam planejados e executados levando em consideração a gestão eficaz do tempo para evitar atrasos, custos adicionais e conflitos entre as partes envolvidas.

Portanto, Alves (2018) ressalta que o cumprimento dos prazos de entrega é um fator crucial para o sucesso na indústria da construção civil. As empresas precisam se esforçar para gerenciar eficazmente o tempo e garantir que os projetos sejam concluídos dentro dos prazos estabelecidos, a fim de atender aos crescentes expectativas dos clientes e man-

ter sua competitividade no mercado.

2.2 Impactos do mal planejamento na obra

Neves (2019) explica que a ausência de controle e má definição do escopo do projeto são as principais causas históricas de fracasso no processo de gerenciamento de tempo do projeto na construção civil. A falta de definição dos objetivos, abrangência e detalhamento do escopo ocasiona um controle de tempo ineficiente. Quanto maior o detalhamento do escopo, maior o controle e manutenção do tempo gasto durante o processo de construção.

Ramos (2019) destaca a interdependência entre o gerenciamento de aquisições e o cumprimento dos prazos de uma obra. Para garantir a conclusão bem-sucedida e dentro do prazo de um projeto na construção civil, é essencial que as aquisições sejam planejadas e executadas de maneira eficaz, garantindo a disponibilidade oportuna dos recursos necessários.

Marques (2019) destaca a importância da equipe de aquisições como uma parte fundamental do processo de construção, com a responsabilidade de garantir que os recursos sejam adquiridos de forma adequada para alcançar os objetivos de preço e qualidade do projeto. Além disso, ressalta a diversidade de conhecimento e a capacidade de estabelecer parcerias como habilidades essenciais para esses profissionais.

Neves (2019) considera que “a gerência do tempo é interferida quando a execução do projeto possui não conformidade afetando a qualidade e gerando um retrabalho aumentando o prazo para a execução da tarefa”

Vargas (2018) enfatiza a importância de gerenciar adequadamente o tempo em projetos de construção. O equilíbrio entre qualidade e prazo é essencial para garantir que a construção atenda aos padrões desejados e seja concluída de forma eficiente.

Neves (2019) ressalta também que a comunicação eficaz é fundamental para o sucesso de projetos na construção civil. Estabelecer canais de comunicação claros e eficientes ajuda a garantir que todas as partes envolvidas estejam alinhadas e bem informadas, o que, por sua vez, contribui para a gestão bem-sucedida do projeto.

Resende (2020) destaca que um projeto de construção bem elaborado é fundamental para a eficiência da construção civil. Problemas no projeto podem levar a atrasos, custos adicionais e dificuldades na execução do projeto. Portanto, a qualidade do projeto é um fator crítico para o sucesso de empreendimentos na construção civil.

Ramos (2019) destaca a importância crítica dos projetos executivos na construção civil. Projetos de baixa qualidade podem resultar em uma série de problemas que afetam a qualidade, o cronograma e os custos da obra. Portanto, a qualidade e precisão dos projetos executivos são essenciais para o sucesso de um empreendimento de construção.

Tosta (2018) destaca que a qualidade da mão de obra é um fator crítico para o sucesso de uma empresa na construção civil. A escolha de funcionários com base apenas no salário mais baixo pode levar a economias de curto prazo, mas também a problemas e custos adicionais a médio e longo prazo. Portanto, a seleção e a contratação de trabalhadores com base em suas habilidades e competências são essenciais para a eficiência e qualidade das obras.

Conforme Silva (2018), o papel do gestor de obra é garantir que a construção ocorra de acordo com o cronograma estabelecido, dentro dos limites de custo planejados e aten-

dendo aos padrões de qualidade e desempenho exigidos pelo cliente. Quando a gestão não é eficaz, isso pode resultar em perdas financeiras que afetam diretamente a entrega final do projeto.

Conforme os resultados de um estudo de caso realizado por Jasper (2018) sobre a avaliação do método do Percentual de Planos Concluídos (PPC) no planejamento de curto prazo de obras, foi constatado que a ausência de revisões nos planejamentos resultou em problemas significativos relacionados à sua utilização. A falta de revisões impede a adaptação às reais necessidades da obra para cumprir as metas estabelecidas.

De acordo com Lisboa (2018), a utilização das novas tecnologias nos canteiros de obras, bem como a implementação de planilhas de execução e controle de serviços de qualidade na construção civil, reflete um aumento significativo no interesse por novos métodos executivos.

De acordo com Costa (2018), a execução do planejamento e da gestão de obras no modelo convencional é geralmente mais simples do que em obras por administração a preço de custo. Isso ocorre porque há menos interferências na execução do planejamento ao longo do projeto. Uma das razões que explicam essa afirmação é a ausência do cliente durante a maior parte da obra, já que, nesse modelo, o contato entre a construtora e o cliente ocorre principalmente na entrega das chaves.

Para Mazzini (2019), a análise de cronogramas físicos e financeiros, histogramas, escopo do processo, curva S, gestão de compras e presença de efetivo na obra revelou que a utilização do planejamento de obra resultou no cumprimento dos cronogramas e orçamentos planejados, além de uma melhoria na qualidade da execução. Isso destaca a importância de utilizar técnicas e ferramentas de planejamento para atingir esses objetivos.

2.3 Principais modelos de construção que prese agilidade nas construções

Segundo Guimarães, Fonseca e Pereira (2022), os sistemas construtivos têm como objetivo a aplicação de técnicas que não apenas reduzem o tempo de execução de obras, mas também otimizam o uso de matérias-primas. A racionalização de materiais e energia, a minimização dos resíduos gerados no ambiente e o aprimoramento da qualidade da construção desempenham um papel crucial na promoção da sustentabilidade e na mitigação dos impactos ambientais na indústria da construção civil.

De acordo com Campos (2018), elementos industrializados abrangem desde componentes simples, como pequenas instalações hidráulicas, até elementos maiores, como painéis e lajes de piso. Esses elementos são agrupados em subsistemas que geralmente funcionam como unidades autossuficientes, resultando de uma subdivisão da estrutura arquitetônica presente nas unidades de um projeto.

Segundo Greven e Baldauf (2020), os sistemas construtivos industrializados estão se tornando cada vez mais essenciais na construção civil moderna devido à necessidade de aumentar a produtividade em espaços de tempo mais curtos. Isso transforma os canteiros de obras em locais de montagem de sistemas, trazendo vantagens como maior organização no canteiro e redução do desperdício de materiais, com impactos significativos em termos de despesas e impacto ambiental.

Conforme Souza (2019), a execução de um sistema construtivo começa com a definição do projeto a ser realizado, seguida pela coleta de informações relevantes, e então envolve a escolha do tipo de projeto, a seleção de moldes e sua montagem de acordo com as especificidades do projeto.



Para Lisboa (2018), as características dos sistemas construtivos que contribuem para a redução de custos desempenham um papel significativo na democratização do acesso à moradia. Além disso, é essencial garantir a qualificação dos profissionais envolvidos na execução desses métodos para aproveitar ao máximo suas vantagens.

Resende et al., (2021) explicam que o sistema construtivo Light Wood Frame permite a redução do tempo de obra e aumenta o controle de qualidade; a flexibilidade dos projetos; o fato de ser um sistema construtivo seco, o que garante um baixo consumo de água; baixo consumo de energia no processo produtivo; bom desempenho térmico; colaboração com o meio ambiente, visto que usa madeira reflorestada, e o menor custo total com a obra.

Malaquias (2018) diz que a utilização dos contêineres como método construtivo tem-se: a durabilidade, visto que apresentam boa resistência a diversas intempéries e a grandes cargas; a economia, podendo gerar até 30% de economia no custo total se comparada a processos convencionais; a limpeza, em virtude do uso racionalizado dos recursos, o que gera menos entulhos; a modularidade, pois possibilita diferentes composições, bem como futuros acoplamentos; a flexibilidade, uma vez que podem ser realizadas futuras reformas ou mesmo mudanças de local; a sustentabilidade, visto que confere um novo uso aos contêineres que ficariam ociosos, e rapidez, visto que o contêiner já possui boa parte dos elementos estruturais em sua composição.

Para Sacht (2018) as paredes de concreto moldadas in loco, tem-se: alta produtividade em decorrência da sequência bem definida de atividades, baixo índice de perdas, mão-de-obra reduzida, maior qualidade e padronização dos serviços, reutilização das formas, superfícies regulares e uniformes que dispensam o revestimento de regularização antes da pintura, aumento da área útil da habitação em virtude das paredes de menor espessura (entre 8 e 12 cm), custo com mão-de-obra reduzido, custo geral da obra reduzido e maior planejamento antes da execução.

Oliveira (2019) cita que o método construtivo concreto armado trouxe algumas vantagens para a área de engenharia com relação às técnicas e materiais que estavam sendo desenvolvidos na época, havendo uma utilização muito grande deste material, porém, vieram também com ele algumas manifestações patológicas principalmente quando utilizado de forma errada e sem uma mão de obra qualificada, além da falta de conhecimento nas formas de trabalhar com ele corretamente.

Conforme Vargas (2018), países economicamente poderosos têm impulsionado o progresso do setor de construção civil, especialmente na engenharia, devido ao crescimento acelerado em diversas áreas. Isso se deve à demanda por habitações de maior dimensão que precisam ser construídas de maneira mais eficiente.

Guimarães, Fonseca e Pereira (2022) dizem que a utilização dos painéis monolíticos em EPS, é possível destacar a redução do tempo de execução, a leveza, o menor custo com fundações, resistência a sismos, menor custo, economia de material, isolamento termo acústico, facilidade na aplicação, flexibilidade no projeto e limpeza no canteiro, em decorrência da menor produção de resíduos.

Segundo Guimarães, Fonseca e Pereira (2022), o método Wood Frame também se encaixa entre os métodos racionalizados, uma vez que sua construção depende principalmente do uso de perfis de madeira para sustentação, complementados por placas de OSB.

De acordo com Vasques e Pizzo (2019), um experimento demonstrou que a construção em Wood Frame apresenta vantagens econômicas e ambientais em relação à alvenaria de vedação. Estas vantagens incluem um custo menor para os serviços preliminares e a fundação, uma construção mais rápida, e a capacidade de embutir as instalações hidros

sanitárias e elétricas na parede durante a construção, evitando a necessidade de quebras posteriores e reduzindo significativamente o entulho e os resíduos de construção e demolição a serem tratados.

Conforme evidenciado nas vantagens apresentadas sobre esses métodos, Mazzini (2019) explica que eles demonstram um grande potencial de aplicação em habitações modernas, pois oferecem benefícios cruciais para a produção em larga escala de moradias. Estes benefícios incluem a redução do tempo de construção, uma diminuição nos custos globais da obra, uma menor demanda por mão de obra, a geração de menos resíduos, a melhoria do padrão de qualidade e contribuições para a sustentabilidade. Tais fatores são cada vez mais essenciais, especialmente em um setor como a construção civil, que tem um impacto significativo no meio ambiente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de obra e projetos é um tema de extrema importância dentro do contexto da construção civil e de diversas outras áreas. Neste artigo, explorou-se a relevância desse tópico por meio de uma revisão de literatura que abordou suas diversas facetas e desdobramentos.

A gestão de obra e projetos desempenha um papel fundamental na garantia do sucesso e eficiência de empreendimentos de construção civil e em diversos outros setores. A revisão de literatura permitiu observar que a gestão adequada desses processos é essencial para atender a objetivos como redução de custos, prazos e riscos, garantia da qualidade, satisfação do cliente e minimização de impactos ambientais.

Ao longo deste trabalho, destacou-se a importância da integração de diversas disciplinas, técnicas e ferramentas para o sucesso da gestão de obra e projetos. Desde o planejamento inicial até a entrega final, é necessário um esforço coordenado de todos os envolvidos, desde os gestores de projeto até os trabalhadores da obra, para garantir que cada etapa seja realizada de forma eficiente e dentro dos parâmetros estabelecidos.

Além disso, os estudos enfatizaram a necessidade de acompanhar de perto o desenvolvimento do projeto e da obra, adotando estratégias de controle, monitoramento e adaptação sempre que necessário. Isso não apenas ajuda a evitar atrasos e desvios orçamentários, mas também permite uma resposta ágil a imprevistos, garantindo que o projeto seja concluído com sucesso.

Outro ponto importante abordado na revisão de literatura foi a evolução das tecnologias e ferramentas de gestão, como o uso de software de gestão de projetos, modelagem de informações da construção (BIM) e técnicas de análise de dados. Essas inovações oferecem novas oportunidades para melhorar a eficiência e a precisão da gestão de obra e projetos, permitindo uma tomada de decisão mais informada.

Além disso, a gestão de obra e projetos desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade e na redução do impacto ambiental. A revisão de literatura mostrou como práticas de gestão adequadas podem contribuir para a otimização do uso de recursos, a redução de resíduos e a implementação de medidas sustentáveis em projetos.



Referências

- AKTINSON, Pedro Henrique Pereira de; **Análise de um modelo de planejamento e acompanhamento de obras verticais**: estudo de caso de uma empresa de consultoria em Fortaleza/CE. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v.35, n.1, p.1-16, 2019.
- ALVES, André Luís Lins. **Organização do canteiro de obras: um estudo aplicativo na Construção do Centro de Convenções de João Pessoa – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Engenheiro Civil. João Pessoa, PB, 2018.
- ARANTES, N. **Sistema de gestão empresarial**: conceito permanente na administração de empresas válidas. São Paulo: Atlas, 2018.
- CAMPOS P. E. **Sem restrições tecnológicas, os pré-fabricados precisam romper obstáculos culturais**. 2014. Disponível em: <http://www.abcic.org.br/artigo1.asp> . Acesso em: 03.09.23
- COSTA, Jorge Thadeu Paiva. **Estudo de técnicas de planejamento e gestão utilizadas por construtoras em obras convencionais e por administração a preço de custo**. 2018. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.
- GREVEN, A, H e BALDAUF, F, A. **A Coordenação Modular na Construção: Um regaste imprescindível**. 2020 Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/colecao10/primeiras.pdf> >. Acesso em 03.09.23
- GUIMARÃES, Lucas Neves de Alvarenga; FONSECA, Mateus Mendes Dias; PEREIRA, Rafaela Cardoso. **Análise de viabilidade técnica e econômica do método construtivo a seco no Estado de Minas Gerais**. 2022. 19f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Belo Horizonte, 2022
- JASPER, Bernardo. **Avaliação do método do Percentual de Planos Concluídos (PPC) no planejamento de curto prazo de obras**: estudo de caso em obra com mão de obra terceirizada. 2018. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Univates, 2018.
- MATTOS, Bruno. **Gestão e planejamento de obra em construção unifamiliar no município de Varginha/MG**. 22 f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário do Sul de Minas, 2019.
- MALAQUIAS, José Luiz Felipe. **Containers na construção civil: uma alternativa viável para habitações frente ao método convencional**. 2018. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- MARQUES, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. Oficina de Textos, 2019.
- MAZZINI, Rayane de Carvalho. **Desafios do planejamento e controle de obras de restauração**: estudo de caso da igreja Santo Antônio de Glaura. 2019. 97 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.
- NAKAMURA, Juliana. **Como fazer gerenciamento de obras**. PINI Revistas. Ed. 245, ago. 2018.
- NEVES, Rodrigo. **Gerenciamento do Tempo em Projetos**, 1ª. ed. Rio de Janeiro: FGV: 2019
- OLIVIERA, Hylton. Planejamento tradicional, location-based management system e last planner system: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 265-283, 2019.
- ORLICKAS, Sarah Christina Oliveira. Planejamento e Controle de Obra Habitacional: Estudo de Caso do Residencial Jardim Ipiranga em Redenção/PA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v.5, n.6, Vol. 05, p. 42-53, 2019.
- RAMOS, Juliana Amanda Dias. **A gerência de tempo na construção civil e suas interfaces com as demais áreas**. 2019. Disponível em <<http://docslide.com.br/documents/a-gerenciade-tempo-na-construcao-civil-e-suas-interfaces-com-as-demais-areas.html>>. Acesso em 02.09.2023
- RAYMOND, Raphael Blanco. **Planejamento e controle de obras utilizando os conceitos do Lean construction**: estudo de caso Hotel das Nações. 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário de Brasília, 2018.
- RESENDE, C. C. R. Atrasos de obra devido a problemas no Gerenciamento. 2020. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, Rio

de Janeiro, 2020.

RESENDE, Evelyn Bastos et al. Uso de wood frame na construção civil no Brasil. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 6, p. 1-11, 30 maio 2021.

SACHT, Helenice Maria. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco**: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos. 2008. 286 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2018.

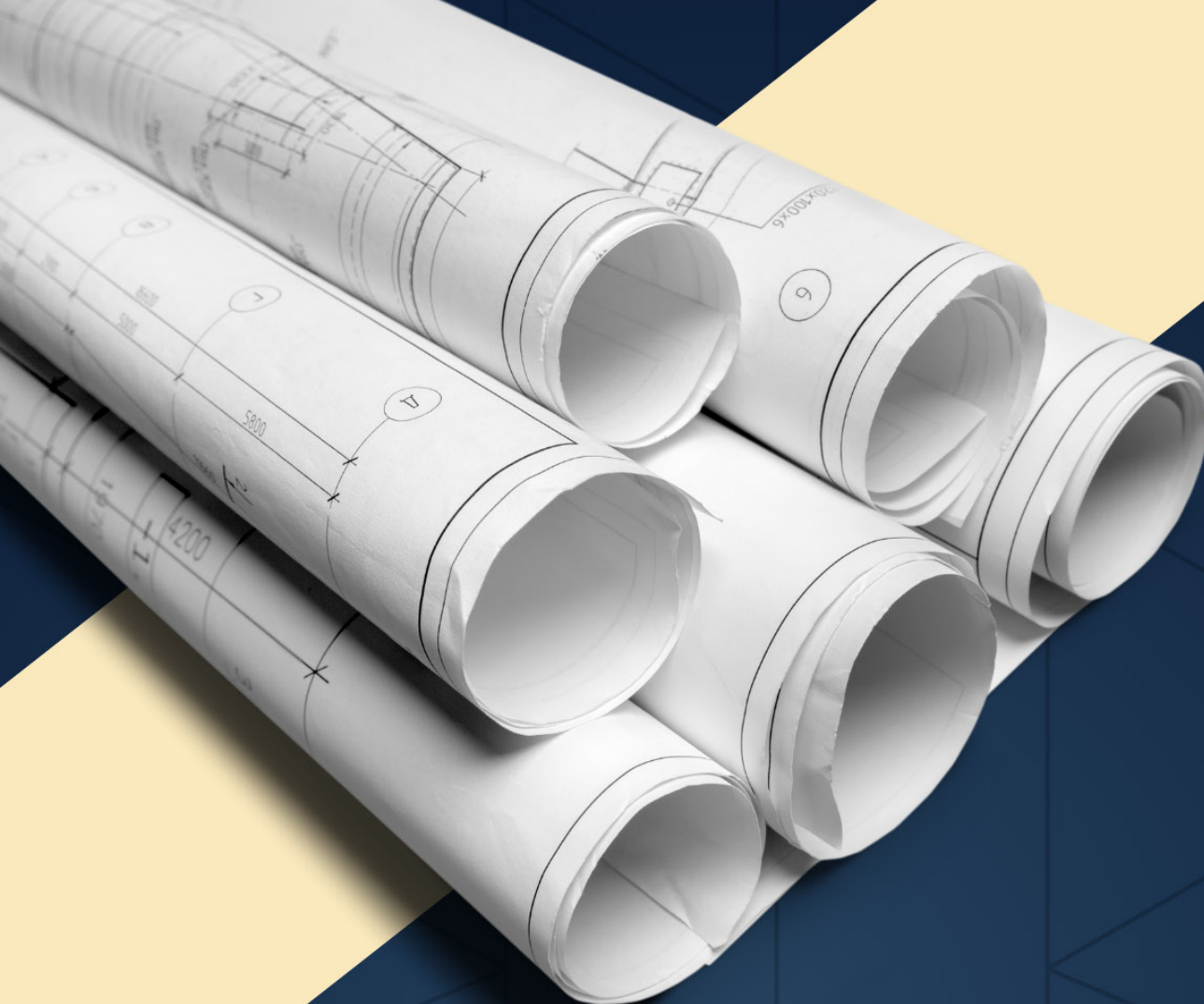
SILVA, M. V. B. Gestão do tempo na construção civil e sua relação com as demais áreas da gestão de projetos. **Revista On-Line IPOG**. Goiânia, v.01, n.010, p. 1-14, jan. 2018.

SOUZA, A. C. A. G. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. Dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco. 2019.

TOSTA, Amanda. **Aplicação do planejamento de obra**: Estudo de caso: recuperação do cronograma de implantação de um edifício comercial no município de Teutônia/RS. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Univates, 2018.

VARGAS, Ricardo Viana. **Análise de valor agregado em projetos**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: BRASPORT, 2018

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **Comparativo de Sistemas Construtivos Convencional e Wood Frame em Residências Unifamiliares**. 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/32192982/comparativo_de_sistemas_construtivos_convencional_e_wood_frame_em_resid%c3%8ancias_unifamiliares. Acesso em: 03.09.23



21

SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DRYWALL: BENEFÍCIOS E EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**DRYWALL CONSTRUCTION SYSTEM: BENEFITS AND
EXECUTION IN CIVIL CONSTRUCTION**

Thiago Figueiredo Silva

Resumo

O sistema de construção *Drywall* é uma abordagem inovadora na indústria da construção civil que utiliza painéis de gesso acartonados para criar estruturas de parede e teto. Este sistema é amplamente adotado na construção civil em todo o mundo. O sistema de construção *Drywall* oferece uma série de benefícios, incluindo rapidez na construção, objetivos de design e eficiência energética. Sua execução envolve planejamento de cuidados, preparação da estrutura, instalação dos painéis, acabamento e instalação de componentes. É uma escolha popular na construção civil devido às suas vantagens e flexibilidade. Diante desse contexto o objetivo geral foi compreender os contextos que são influenciados pelo sistema *Drywall* e seus benefícios e desvantagens. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão de literatura, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil dentre outros, envolvendo a temática discutida. Conclui-se que o *Drywall* é uma escolha popular na construção civil devido às suas características, rapidez de construção e capacidade de melhorar o isolamento acústico e térmico. No entanto, é essencial considerar as desvantagens, como a vulnerabilidade à umidade e umidade.

Palavras-chave: painéis, construção, estrutura, gesso.

Abstract

The Drywall construction system is an innovative approach in the construction industry that uses plasterboard panels to create wall and ceiling structures. This system is widely adopted in construction worldwide. The Drywall construction system offers a number of benefits, including speed of construction, design objectives and energy efficiency. Its execution involves careful planning, preparation of the structure, installation of the panels, finishing and installation of components. It is a popular choice in civil construction due to its advantages and flexibility. Given this context, the general objective was to understand the contexts that are influenced by the Drywall system and its benefits and disadvantages. The methodology used is a literature review, using a qualitative and descriptive method. The search was carried out through the following search engines: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, Electronic Journal of Civil Engineering, among others, involving the discussed theme. It is concluded that Drywall is a popular choice in civil construction due to its characteristics, speed of construction and ability to improve acoustic and thermal insulation. However, it is essential to consider the disadvantages, such as vulnerability to moisture and humidity.

Keywords: panels, construction, structure, plaster.

1. INTRODUÇÃO

Drywall “é o termo utilizado em inglês que significa parede seca”, define Abragesso (2004). O sistema *Drywall* é formado por gesso e papel cartão é constituído basicamente de uma estrutura metálica leve em perfis de aço galvanizado formada por guias e montantes, sobre os quais são fixadas placas de gesso acartonado, em uma ou mais camadas, gerando uma superfície apta a receber o acabamento final.

Segundo Heringer (2015) com a globalização, as pessoas estão cada vez mais impacientes e imediatistas, optando sempre pelas coisas o mais rápido possível. Isto não é diferente na construção civil, hoje os engenheiros e construtores estão sempre em busca de métodos construtivos mais rápidos e eficientes. A população também vem se conscientizando sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente, cobram isso das construtoras e dos engenheiros e procuram também por obras limpas e ecológicas.

Pretende-se, então, com este estudo, compreender a importância da utilização do *Drywall* na construção civil, evidenciando as formas de aplicação e as suas vantagens. Esta pesquisa profunda sobre o tema, visa contribuir para que os acadêmicos e profissionais da construção civil desenvolvam um maior conhecimento sobre o assunto.

Nota-se que o método *Drywall*, é um sistema rápido e limpo que pode substituir as vedações internas convencionais, além de gerar menos entulhos, contribuindo consideravelmente com o meio ambiente. Desta forma, quais são os benefícios e desvantagens na construção civil?

A presente pesquisa bibliográfica objetivou compreender os contextos que são influenciados pelo sistema *Drywall* e seus benefícios e desvantagens. O propósito do trabalho será alcançado por meio dos seguintes objetivos específicos comentar a necessidade de métodos construtivos mais rápidos e eficientes; esclarecer as diretrizes do Programa Nacional do Sistema *Drywall* e apresentar benefícios e desvantagens de se utilizar o *Drywall* na construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2013 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 10 anos, na língua portuguesa.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Sistema *Drywall*

Encontram-se disponíveis na literatura diversos conceitos sobre gesso acartonado

“*Drywall*”. Primeiramente, conforme mencionado por Abragesso (2014, p. 13) “[...] trata-se basicamente de uma “parede seca”, em razão de que neste sistema dispensa-se os métodos usuais de alvenaria na construção”. O termo “parede seca” é usado por Araújo (2014), em razão de o *Drywall* ter em sua composição perfis e placas leves, constituindo assim uma excelente opção ao uso de alvenaria, visto que oferece resistência mecânica e contra o fogo.

Em conformidade com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas Para Duarte (2014), o sistema *Drywall* é constituído por uma tecnologia que tem como objetivo efetuar a substituição das vedações internas usuais (forro, parede de alvenaria ou revestimento), substituindo-a por chapas de gesso que são fixadas por intermédio de parafusos em estruturas compostas por perfis de aço.

Pode-se dizer, de acordo com Christ (2016, p. 3) que:

O sistema *Drywall* consiste numa edificação de paredes de gesso que são mais leves e com espessuras menores que as das paredes de alvenaria. São chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão. Tais sistemas são usados somente em ambientes internos das edificações.

A utilização do sistema *Drywall* ocorre somente na parte interior dos imóveis, visto que na parte externa não é possível, em razão de não oferecer resistência às intempéries. O gesso acartonado não tem função estrutural e assim não tem capacidade de sustentar a carga do telhado ou da laje (KRAUSE, 2010). Ainda de acordo com Krause (2013), o *Drywall* pode ser utilizado em todos os tipos de obra, possui consistência mais leve e espessura reduzida quando comparada a parede de alvenaria.

O gesso acartonado ou “*Drywall*” conforme a própria denominação, possui como matéria prima básica o gesso, material este muito usado pelo homem. O gesso é considerado um recurso tão antigo quanto a cal ou o barro (ABRAGESSO, 2014).

Destacando-se o consumo exagerado de gesso na construção civil, este fato resultou na dispensa de uma quantidade significativa dos resíduos deste material na natureza, expondo o meio ambiente a poluição, a qual poderia afetar até mesmo os recursos hídricos.

Mediante esta situação, Silva (2017) descreve que houve a iniciativa de tentar aproveitar os resíduos do gesso, sendo um dos produtos em resultado deste processo o gesso acartonado ou “*Drywall*”. Atualmente após quase oito décadas de sua invenção, a aceitação desta tecnologia tem aumentado constantemente em diversos países, dentre estes os Estados Unidos, Alemanha, dentre outros.

Segundo Araújo (2014) o aspecto que impulsionou a origem do gesso acartonado, foi à iniciativa de tentar industrializar a produção tanto de forro quanto de paredes, que até então era de caráter bastante lento, quase artesanal, sendo restrito ao processo usual de alvenaria, que em resumo, tinha como base a projeção de argamassa que era feita sobre as armações de madeira.

Krause (2013) recorda que o gesso acartonado chegou ao Brasil a aproximadamente duas décadas, porém nesta época não obteve muito sucesso em razão de interesses injustos, situação está que mudou somente depois da abertura de mercado que visava importar tecnologias, sendo assim adotado na construção civil.

De acordo com Krause (2013), nos últimos anos o mercado de paredes e forros vem adotando de maneira intensiva o *Drywall*, tanto em pequenos quanto em médios e gran-

des empreendimentos. Se destacando em algumas obras de alto porte tais como a sede do Banco de Boston, o Hotel Cumbica em São Paulo, os cinemas da rede Cinemark, a rede de cinemas do Rio de Janeiro (UCI), o Credicard Hall, e diversos condomínios residenciais, como, por exemplo, o Condomínio Park Ibirapuera e de escritórios, no caso do Torre Norte, no Senado Federal, no museu Guggenheim de Bilbao (Espanha) e etc

Em conformidade com Marcondes (2017), já por alguns anos o sistema de gesso acartonado ou “*Drywall*”, alcançou um alto índice de obras de habitação que foram realizadas em todo o Brasil, sendo adotado por grandes construtoras, tais como: a Cyrela, Schahin etc. Em se tratando de unidades produtoras de *Drywall* no Brasil, existem quatro grandes indústrias, as quais conseguem atender ao mercado nacional, dentre estas a Lafarge Gypsum, Placo Brasil e a Knauf.

Heringer (2015) explica que a razão para que o sistema de gesso acartonado *Drywall* fosse um sucesso no segmento da construção civil, é o fato de que a sociedade moderna tem almejado métodos construtivos mais rápidos, práticos, que proporcionam eficiência e que sejam racionais, ou seja, limpas sobre o aspecto ecológico. Além disso ainda há o aspecto financeiro, sendo a procura pelo método mais viável, aquele com maior qualidade e durabilidade, e com valor mais acessível.

2.2.2 Diretrizes do Programa Nacional do Sistema *Drywall*

Segundo foi norma de Barbosa (2015), no Brasil as chapas de gesso acartonado ou “*Drywall*”, são produzidas em conformidade com as seguintes Normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR 15758:2009, NBR 15575:2013, NBR 14715:2010; NBR 14716:2001 e NBR 14717:2001, NBR 15217:2018.

Duarte (2014) afirma que os tipos de chapas de gesso acartonado existem a disposição no mercado da construção civil, vários tipos dentre estes: normal, resistentes a umidade e ao fogo. Quanto às placas resistentes à umidade, estão são tratadas com produtos hidrofugantes, como no caso do silicone. As chapas resistentes ao fogo possuem aditivos para retardar a liberação de água da chapa, o que impede o colapso da peça.

De acordo com a informação Krause (2013) aponta que as chapas rosas (RF) podem ser usadas nas proximidades do duto da lareira, oferecendo resistência ao fogo e segurança em ocasião de incêndio, entretanto não devem estar em contato direto com a labareda.

No que se refere à eficiência acústica, Duarte (2014) explica que as placas de gesso acartonado com espessura de 12 mm fixada de cada lado de uma estrutura de perfis de 48 mm isolam entre 34 a 36 decibéis, índice que pode alcançar entre 42 a 44 quando possui recheio de lã mineral em seu interior. Ao colocar painéis duplos, a parede amplia a proteção em até oito decibéis.

Em conformidade com a Norma Brasileira nº 15.575/2014 uma parede de gesso acartonado com 120 mm de espessura (perfis de 70 mm com duas chapas de cada lado e lã mineral) pode isolar entre 50 a 52 decibéis e, desta forma, atende aos níveis mínimo e intermediário; e caso possua 200 mm de espessura com configuração semelhante, pode atingir 66 decibéis, além do nível superior estipulado (ABNT,2014). Heringer (2015) afirma que o isolamento térmico também ocorre com a utilização de placas de gesso acartonado, necessitando que contenha lã mineral no interior das paredes. Em se tratando da parte elétrica, o mercado da construção civil já disponibiliza caixas para tomadas e interruptores projetadas especialmente para o gesso acartonado. Estas possuem formato adequado ao material, presilhas especiais para que se possa prendê-la na chapa e marcação para efetu-

ar os furos.

De acordo com Krause (2013), as placas de gesso acartonado “*Drywall*” podem suportar a inserção de portas, desde que se prepare a montagem estrutural. No local onde serão inseridos os batentes, devem ser instalados os montantes e uma verga metálica na parte superior do vão. O batente poderá ser preso mediante parafuso ou espuma de expansão (adotando montante duplo ou perfil de aço e chapas mais grossas (0,95 m) que as usadas em perfis normais (0,50 mm), e no caso de portas corredeiras, instalam-se trilhos nas vergas.

Uma questão importante levantada como “problema” a ser considerado no decorrer deste trabalho, refere-se ao fato de que o sistema *Drywall*, deveras tem o potencial de substituir as vedações internas convencionais, tais como as paredes, os tetos e os revestimentos. Neste aspecto, foi mencionado por Benevengo (2018), que o sistema de gesso acartonado ou “*Drywall*” é excelente no que diz respeito à vedação interna, o qual é proporcionado por intermédio de paredes com chapas duplas contendo mantas de lã de vidro.

Barbosa (2015) relata que a utilização do gesso acartonado *Drywall* no Brasil ocorre em todas as suas fases (projeto, produção e aplicação), de acordo com uma ampla diversidade de diretrizes que compõem o Programa Nacional do Sistema *Drywall*. As diretrizes constantes no Programa Nacional do Sistema *Drywall*, foram determinadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, e estão dispostas em uma série de normas, como no caso da NBR 15758:2009, NBR 15575:2013, NBR 14715:2010, e NBR 15217:2018.

Barbosa (2015) cita ainda que em cada uma das NBRs estão determinadas normas que tem como objetivo instruir e padronizar todo o mercado nacional envolvido na tecnologia *Drywall*. Em geral os produtores brasileiros têm a obrigação de seguir todas as orientações que foram determinadas pela ABNT. As diretrizes do Programa Nacional do Sistema *Drywall* são muito extensas, não sendo possível abordar em sua totalidade neste trabalho, sendo apresentado a seguir somente uma breve síntese das mesmas.

De acordo com a Norma Brasileira nº 15758/19 refere-se aos “Sistemas construtivos em chapas de gesso para *Drywall* - Projeto e procedimentos executivos para montagem”. Uma “primeira parte: 15758-1” desta NBR abrange as regras de uso do *Drywall* em paredes, uma “segunda: 15758-2” gerencia a sua aplicação em forros, e a “15758-3” regulamente a sua utilização em revestimentos (ABNT, 2019).

Outras diretrizes estão inseridas na Norma Brasileira nº 15575/13 que retrata sobre o Desempenho de edificações habitacionais e quanto a esta, o sistema *Drywall* tem o potencial de corresponder de forma positiva aos requisitos estipulados por esta, a saber a performance acústica e a resistência contra o fogo (ABNT, 2013).

Essa parte da Norma Brasileira nº 14715/17 estabelece os métodos de ensaio para a determinação das características geométricas e físicas para as chapas de gesso para *drywall* destinadas à execução de paredes, forros e revestimentos internos não estruturais etem como objetivo manter a qualidade de todas as peças de *Drywall* produzidas no Brasil (ABNT, 2017).

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas produziu a Norma Brasileira nº15217/18 (Perfilados construtivos em chapas de gesso para *Drywall* - Requisitos e métodos de ensaio). Esta norma juntamente a 14715:2010, são direcionadas principalmente as empresas fabricantes desta tecnologia construtiva (ABNT, 2018).

2.2.3 Benefícios e desvantagens de se utilizar o *Drywall* na construção civil.

Araújo (2014) explica que a tecnologia de acartonados de gesso *Drywall* está disponível no Brasil, para ser utilizada em paredes, forros e revestimentos. Na sequência será analisada a forma recomendada pela ABNT, de aplicação dos dois primeiros tipos, sendo estes os mais utilizados na construção civil.

De acordo com Krause (2013), a contratação de profissionais capacitados para realizar a aplicação do gesso acartonado em paredes é de suma importância, visto que para se garantir a alta resistência deste material, convém tomar os devidos cuidados, tais como o cálculo estrutural, espessura em cada lado do perfil metálico.

De acordo com a Associação Brasileira e Fabricação de Chapa de *Drywall* (2016) usualmente as guias devem ser inseridas na posição horizontal, sendo uma acoplada no topo do pé-direito e a outra extremidade do piso, agindo assim como local de encaixe dos montantes, visando garantir o alinhamento e o prumo estruturais. Na sequência da instalação, é distribuída a rede elétrica, telefônica e hidráulica, além de reforços em madeira autoclavada com tratamento anti-cupim. Como parte conclusiva da aplicação, são inseridas as placas *Drywall* por meio de parafusos especiais sobre ambos os lados da parede.

Conforme Araújo (2014) o acabamento (tratamento de juntas) ocorre através da colocação de uma fita de papel possuindo multicamadas a ser inserida nas juntas das placas, o que serve como método preventivo de fissuras. Após a secagem do enfitamento devem-se aplicar duas camadas de acabamento em cima da fita, utilizando para tal ação uma desempenadeira ou espátulas, devendo ser lixada a superfície entre os intervalos das demãos. Conforme já citado, no interior das placas podem ser inseridos forro de lã de vidro, forro mineral ou forro de isopor para garantir a atenuação termo-acústica.

De acordo com a Associação Brasileira e Fabricação de Chapa de *Drywall* (2016) o profissional responsável pela aplicação deverá utilizar poucas placas para a composição da parede, usando sobras de placas para montar o sistema, reduzindo desta forma o número de juntas.

Referente à aplicação em forros, o sistema utilizando gesso acartonado é composto por placas que são parafusadas, em estrutura de perfis de aço semelhante ao sistema utilizado em paredes. De acordo com Krause (2013), este forro tem a forma curva ou reta, horizontal ou inclinado. A fixação do forro é realizada por intermédio de tirantes de aço presos à laje ou ao telhado formando uma malha metálica, onde são parafusadas as placas

Três (2017) explica que o forro composto por gesso acartonado pode ser utilizado para realizar acabamentos de ambiente, em rebaixamento de tetos e embutimento de iluminação, fazer sancas, elementos de decoração e forros curvos. E sua utilização pode ocorrer nos mais variados projetos, como por exemplo: escolas, shopping centers, escritórios, hospitais etc.

Primeiramente de acordo com Benevento (2018), para se alcançar todos os benefícios advindos da aplicação do gesso acartonado, é necessário um prévio e cuidadoso planejamento, determinando, por exemplo: os pontos onde ocorrerá a instalação das prateleiras, peças sanitárias, terminais de energia e água etc.

Após realizada esta primeira etapa, deve-se montar a estrutura principal, a qual poderá conter uma ou duas chapas, realizar o tratamento acústico (inserindo uma ou duas mantas acústicas, fazer o tratamento térmico, acrescentar reforços essenciais para haja sustentação de pias ou armários, ver a necessidade ou não de placas resistentes a umida-

de ou resistência ao fogo além da sua localização.

De acordo com Silva e Silva (2014) outra vantagem é a leveza das placas de gesso acartonado, diminui de 10 a 15% as fundações e inclusive as estruturas³, possuindo rápida execução⁴, reduzindo a mão de obra, mínima quantidade de sobras⁵, extinção de quebras, e é permitida a alteração do layout o que torna o projeto flexível, sendo possível uma ampliação da área útil, visto que as paredes podem ter espessuras finas. Além de ganho financeiro e diminuição no período de tempo da obra.

Neste sentido Krause (2013), menciona que certas paredes de gesso acartonado possuem apenas 7,3 cm de espessura, o que resulta em uma área de 100 m² um ganho de 4% de área útil, espaço suficiente para a colocação de um armário espaçoso no quarto.

De acordo com CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço) (2015), algumas vantagens da utilização do gesso acartonado frente à alvenaria convencional. Quanto as vantagens puderam perceber que estas são diversas, destacando-se a praticidade, a redução de custos, a leveza e proteção do meio ambiente como também:

- **Rapidez:** Uma parede de 12 metros quadrados, feita em alvenaria, leva cerca de 48 horas para ficar pronta para pintura. Em *drywall*, quatro horas. Desperdício: Obras feitas com chapa de gesso têm até 5% de perda. Na construção tradicional, a taxa chega a 30%.
- **Acústica:** Há muitas reclamações sobre vazamento de som de uma unidade para outra. Mas especialistas afirmam que uma parede com uma chapa de *drywall* de cada lado do perfil metálico tem isolamento de 38 decibéis (igual ao de uma de tijolo); e que paredes entre imóveis, nas quais se usa chapa dupla, o isolamento é de 45 decibéis (na de alvenaria, de 41 a 42 decibéis). **Flexibilidade:** As paredes de gesso acartonado dão mais flexibilidade ao projeto. Como são mais leves (22kg por metro quadrado, contra 120kg da alvenaria), podem ser instaladas independentemente de vigas, o que reduz em 10% os gastos com fundações.
- **Peso:** São necessárias buchas, pregos e parafusos específicos para prender qualquer coisa ao *Drywall*. Eles são fáceis de encontrar, mas mais caros do que os convencionais. Em caso de prateleiras, suporte de TVs, em que há peso, é preciso fazer um reforço na parede, com estrutura de madeira, instalada entre as chapas.
- **Preço:** A necessidade de mão-de-obra especializada acaba encarecendo o serviço, o que, entretanto, é compensado pela agilidade da execução. Considerando ainda o menor desperdício, segundo especialistas o custo fica equivalente ao da construção convencional.

O sistema *Drywall* também apresenta algumas desvantagens, ocorrendo estas quando se compara com a alvenaria estrutural. Primeiramente segundo foi mencionado por Três (2017), pode-se citar uma inferior resistência mecânica; além da necessidade de reforçar a estrutura quando se pretende inserir um peso acima de 35 quilos.

Silva e Silva (2014) menciona que outras desvantagens é a necessidade de estruturas mais rígidas nos locais onde será instalada a estrutura *Drywall*; pode ocorrer também um vazamento extensão das divisórias, que pode ser provocado por algum acidente perfurante. Tem-se um custo para a obtenção do isolamento acústico, o qual geralmente é superior quando se trata de alvenaria

Ainda segundo Três (2017), o gesso acartonado *Drywall* pode até ter uma maior resistência ao fogo, entretanto é mais suscetível a umidade, podendo haver proliferação de fungos, além de poder ter os seus vãos ocupados por insetos, com o passar do tempo

As desvantagens mencionadas estão em concordância com o que foi citado por outros autores da literatura moderna, como no caso de Lai (2016), segundo consta o sistema de gesso acartonado *Drywall*, é uma excelente opção para uso em paredes, forros e revestimentos, em razão das suas vantagens e especificações consideradas como:

- Há um preconceito ao sistema em razão de associar a leveza do sistema à uma falta de resistência mecânica;
- Sistema muito sensível à umidade e presença de água. Dúvidas quando ao desempenho acústico em função da pequena espessura da parede em *Drywall*;
- Exigência de reforços em pontos de fixação de objetos mais pesados, elementos aos quais o usuário nem sempre tem fácil acesso;
- Há muitas empresas que executam o sistema *Drywall* no mercado, porém ainda há dificuldades em encontrar empresas que executem com a qualidade exigida. Isso é evidenciado pelos equívocos no domínio das técnicas de execução do sistema.

Mesmo tendo algumas desvantagens o sistema de gesso acartonado *Drywall*, é uma excelente opção para uso em paredes, forros e revestimentos, em razão das suas vantagens e especificações consideradas no decorrer deste trabalho.

3. CONCLUSÃO

O sistema de construção *Drywall*, também conhecido como gesso acartonado, é uma técnica amplamente utilizada na construção civil, especialmente para a criação de paredes, divisórias e tetos em edifícios comerciais e residenciais. Ele oferece diversos benefícios e possui um processo de execução que o torna uma opção atraente na construção civil.

Além disso, é importante lembrar que as diretrizes de construção podem variar de acordo com a região, as normas de segurança e as regulamentações locais, portanto, é essencial estar em conformidade com todas as regras e regulamentos relevantes ao realizar projetos de construção com *Drywall*.

Observou-se que uma das principais vantagens do sistema *Drywall* é a velocidade de construção. As placas de gesso acartonadas são leves e simples de manusear, o que permite a montagem rápida de paredes e divisórias. Isso pode resultar em economia de tempo significativa em projetos de construção.

O *Drywall* é uma escolha popular na construção civil devido às suas características, rapidez de construção e capacidade de melhorar o isolamento acústico e térmico. No entanto, é essencial considerar as desvantagens, como a vulnerabilidade à umidade e umidade.

Referências

ABRAGESSO. **Manual de Montagem de Sistemas Drywall**. 1 ed. São Paulo: Editora Pini, 2004

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15578:2019 - **Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem**. 209. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br>> Acesso em: 27.09.23

_____. NBR 14715:2017 - **Chapas de gesso para Drywall**. 2017. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br>> Acesso em: 27.09.23

_____. NBR 15575:2013 - **Desempenho de edificações habitacionais**. 2013. Disponível em: <<https://www.>

abntcatalogo.com.br/curs.aspx?ID=157> Acesso em: 26.09.23

_____. NBR 15217:2018 - **Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall** - Requisitos e métodos de ensaio. 2018. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=385760>> Acesso em: 27.09.23

ARAÚJO, Suélio da Silva. **Gesso Acartonado**. Uma Solução Acertada Ou Um Processo Fora Da Realidade? 1 ed. Curitiba: Editora Appris, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. **Manual de montagem de sistemas drywall**. São Paulo, 2016

BARBOSA, Elcivone Maria de Lima. **Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall**. 2015. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=elcivone-maria-de-lima-barbosa-918151415.pdf>> Acesso em: 27.09.23

BENEVENGO, L. **Gesso acartonado**. 2018. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/gesso-acartonado-84478-1.asp>> Acesso em: 27 abr. 2019.

CHRIST, Daniela. **Drywall: uso, aplicação, vantagens, desvantagens e impacto ambiental**. Anais do 14º Encontro Científico Cultural Interinstitucional - 2016. 2016. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/5b911c8555fb3.pdf>> Acesso em: 25.09.23

DUARTE, Everson Ferreira. **Diagnóstico da geração de resíduos de gesso acartonado na construção civil: obras comerciais em Curitiba**. 2014. Disponível em: <www.repositorio.toca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/.../CT_CECONS_III%20_2014_06.pdf>. Acesso em 28.09.23

HERINGER, Abigail Silva. **Análise de Custos e Viabilidade entre Drywall e Alvenaria Convencional**. Curso de Engenharia Civil. Área de Pesquisa: Construção Civil, 2015. Disponível em: <pensaracademico.facig.edu.br/index.php/repositorio/article/download/642/554> A Acesso em: 23 abr. 2023.

KRAUSE, Maggi. **Drywall sem segredos**. arquitetura e construção. São Paulo: Editora abril. n. 87. 1-34 p. nov. 2010. disponível em: <https://issuu.com/gessoe servicos/docs/revista_2> acesso em: 22 abr. 2023

LAI, Luciano. **Verificação do custo-benefício do sistema Drywall segundo a ABNT NBR 15575:2013**. 2016. Engenharia Civil. Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

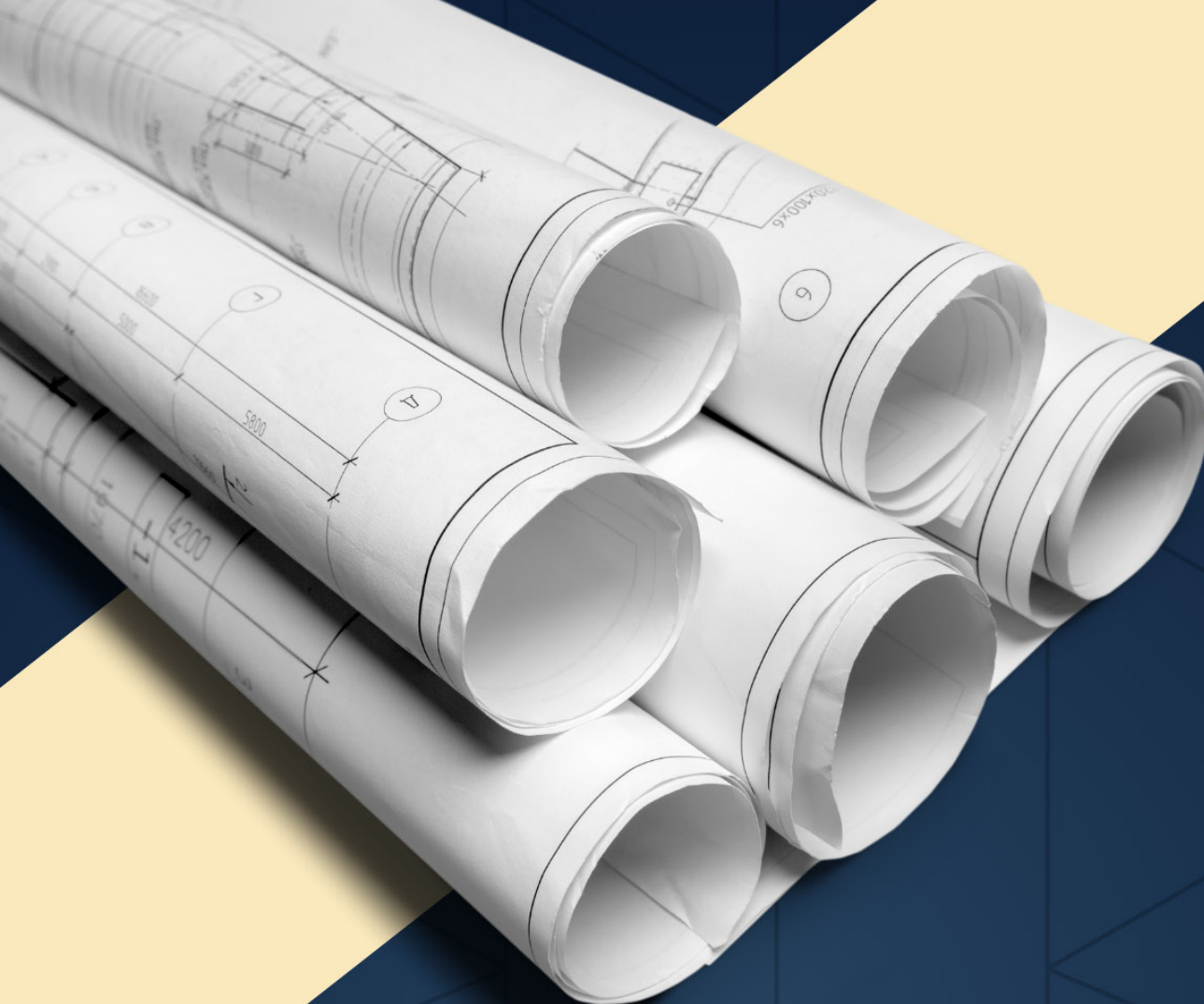
MARCONDES, Fábica Cristina Segatto. **Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil: estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado**. 2077. Disponível em: <www.pcc.usp.br/file/text/.../Dissertação%20Fábica%20Marcondes%20ed%20rev.pdf> Acesso em: 27.09.23

SILVA, Luis Henrique Jacinto da. **Aplicação da Tecnologia de Gesso Acartonado na Construção Civil**. Faculdade Pitágoras. Londrina, 2017.

SILVA, R. de A.; SILVA, R. J. de A. **Técnica construtiva: Painéis de gesso acartonado**. 2014. Disponível em: <<http://www.d2reengenharia.com.br/tecnicaconstrutiva.php>> Acesso em: 28 abr. 2019.

TRÊS, K. **Utilização do sistema Drywall em uma edificação residencial: análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico e Drywall**. 2017. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/4005/TCC%20-%20KARINA%20TRE S%20-%20DRYWALL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 27 abr. 2019.





22

OS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA COMO FERRAMENTAS PARA O SANEAMENTO

URBAN DRAINAGE SYSTEMS AS TOOLS FOR SANITATION

Marcos Paulo Dutra Reis

Resumo

O processo de urbanização, que traz como consequência a impermeabilização do solo, é um sinal claro de prosperidade e crescimento de uma cidade, porém, por outro lado, isso significa uma maior demanda da necessidade da existência de um sistema de drenagem. A presente pesquisa buscou apresentar a importância dos sistemas de drenagem urbana para o saneamento. A metodologia utilizada nessa pesquisa foi uma Revisão de Literatura. Ela foi desenvolvida por meio da consulta a livros, artigos, dissertações, teses e monografias presentes nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES. Foram utilizados os materiais publicados nos últimos vinte anos. Como resultado da pesquisa, pôde-se observar que o saneamento em quase todo o país é um tema desafiador como política pública para os gestores, principalmente os municipais, responsáveis diretos em promover o desenvolvimento e a redução das desigualdades sociais e a melhoria da saúde da coletividade. A drenagem urbana corresponde a um dos serviços do Saneamento Básico. E devido à crescente ocupação desordenada dos centros urbanos, ela se torna cada dia mais essencial. A falta de um bom sistema de drenagem urbana acarreta alagamentos, inundações, deslizamentos e perda de rios e lagos. A Drenagem urbana é o sistema de manejo projetado pelo poder público para coletar águas provenientes da chuva e escoá-las para galerias de águas pluviais e esgotos pluviais até um curso hídrico capaz de recebê-las. Portanto, conclui-se que a drenagem urbana é uma importante ferramenta do saneamento básico nas grandes cidades.

Palavras-chave: Saneamento Básico, Drenagem Urbana, Efluentes.

Abstract

The urbanization process, which results in the waterproofing of the soil, is a clear sign of prosperity and growth of a city, however, on the other hand, this means a greater demand for the need for a drainage system. This research sought to present the importance of urban drainage systems for sanitation. The methodology used in this research was a Literature Review. It was developed by consulting books, articles, dissertations, theses and monographs present in the Scielo, Google Scholar and CAPES Journal Portal databases. Materials published in the last twenty years were used. As a result of the research, it was observed that sanitation in almost the entire country is a challenging topic as a public policy for managers, especially municipal managers, directly responsible for promoting development and reducing social inequalities and improving the health of the population collective. Urban drainage corresponds to one of the Basic Sanitation services. And due to the growing disorderly occupation of urban centers, it becomes more essential every day. The lack of a good urban drainage system leads to flooding, floods, landslides and the loss of rivers and lakes. Urban drainage is the management system designed by the public authorities to collect rainwater and drain it through rainwater galleries and storm sewers to a water course capable of receiving it. Therefore, it is concluded that urban drainage is an important basic sanitation tool in large cities.

Keywords: Basic Sanitation, Urban Drainage, Effluents.



1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento de todos que o crescimento da população traz por consequência o aumento da urbanização, decorrente da crescente migração da população das zonas rurais para os centros urbanos, em busca de melhores condições de vida. O processo de urbanização, ao longo dos anos, tomou uma proporção cada vez maior, impulsionado pelas modernizações oriundas dos constantes avanços e das descobertas tecnológicas, desde as pequenas até as grandes cidades, com ênfase nas grandes metrópoles de todo o mundo;

Porém, com o aumento da urbanização, ocorre também a impermeabilização do solo, seja ela parcialmente ou totalmente, decorrente da construção de rodovias, edificações, residências, calçadas, dificultando ou até mesmo impedindo parcialmente ou totalmente o processo natural de absorção das águas pelo solo. A interrupção desse processo natural resulta em consequências drásticas, principalmente nos períodos de chuvas, como enchentes, alagamentos, o que trazem prejuízos financeiros e de qualidade de vida às pessoas. Logo, para amenizar e/ou evitar esse problema é necessária a implantação de um sistema de drenagem;

O processo de urbanização, que traz como consequência a impermeabilização do solo, é um sinal claro de prosperidade e crescimento de uma cidade, porém, por outro lado, isso significa uma maior demanda da necessidade da existência de um sistema de drenagem. O mesmo tem como papel transportar as águas pluviais coletadas em seu traçado até um corpo hídrico apropriado, como rios, lagos, córregos, para que essas águas continuem seu ciclo natural sem causar transtornos à população;

Com base em referências teóricas e em exemplos de cidades que enfrentaram problemas de saneamento básico, esta pesquisa poderá contribuir com ações que poderão ser adotadas pelo poder público e pela população em geral. A realização deste trabalho tem como objetivo contribuir para um planejamento urbano mais eficiente e sustentável, que possa garantir melhores condições de vida para a população e reduzir os impactos ambientais negativos;

A legislação vigente deixa claro que o sistema de drenagem urbana é de direito de todos que residem em áreas urbanas, no entanto, o seu cumprimento ainda é escasso em inúmeros lugares, principalmente em pequenas cidades. Essa negligência resulta em transtornos, tanto para a gestão pública, quanto para a população, que é a parte que mais sofre, pois, além de sofrer transtornos com os alagamentos e amargar danos econômicos, ainda pode ser acometida por doença de veiculação hídrica, o que consequentemente vem a gerar transtorno para a saúde pública, resultando em uma demanda e em gastos que poderiam ser evitados, com investimentos na rede de drenagem urbana. Diante disso, de que forma os sistemas de drenagem podem influenciar no saneamento básico das grandes cidades?

A presente pesquisa buscou apresentar a importância dos sistemas de drenagem urbana para o saneamento. Especificamente, pretendeu-se conceituar o saneamento básico e os sistemas de drenagem urbana; classificar os sistemas de drenagem urbana; apontar o papel dos sistemas de drenagem para o saneamento básico urbano.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada nessa pesquisa foi uma Revisão de Literatura. Ela foi desenvolvida por meio da consulta a livros, artigos, dissertações, teses e monografias presentes nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES. Foram utilizados os materiais publicados nos últimos vinte anos. Nisso, foi abordada a pesquisa exploratória, bibliográfica, descritiva numa abordagem qualitativa. Adota-se tal método porque as pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias as que, habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática. Na abordagem qualitativa a pesquisa expõe ideias a partir de dados analisados. A pesquisa se deu no fato em questão de que o Saneamento Básico é parte de extrema importância para a qualidade de vida das populações. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “Saneamento Básico”; “Drenagem Urbana”; “Efluentes”.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 O Saneamento Básico

O saneamento básico é de grande importância pois promove a melhoria da qualidade de vida e este foi desenvolvido ao longo do tempo, através das condições sociais e materiais que cada época apresentava, além disso, o conhecimento adquirido ao longo de gerações contribuiu para a melhoria do saneamento básico concebendo o que se tem no século XXI (ARAÚJO, 2018).

O primeiro registro de saneamento no Brasil ocorreu em 1561, quando o fundador Estácio de Sá mandou escavar o primeiro poço para abastecer o Rio de Janeiro. Na capital, o primeiro chafariz foi construído em 1744. No período colonial, ações de saneamento eram feitas de forma individual, resumindo-se à drenagem de terrenos e instalação de chafarizes (BORJA; MORAES, 2021).

De acordo com Camatta (2018), o saneamento básico no Brasil pode ser dividido em seis períodos, o primeiro inicia-se no período colonial; o segundo momento inicia-se em meados do século XIX e tendo o seu fim no início do século XX; a terceira fase é marcada com o início do século XX; a quarta fase ocorre em 1940; a quinta entre os anos de 1950 e 1960 e por fim o sexto período que inicia-se em 1970 e prossegue até a atualidade (CHAGAS, 2020).

Segundo Lunelli (2002), a garantia do acesso universal e de qualidade ao saneamento básico no Brasil ainda é um grande desafio. De acordo com o Trata Brasil (2022), foram analisadas as 20 melhores cidades e as 20 piores cidades na qual foi possível perceber que 99,32% da população das 20 melhores tem acesso a redes de água potável enquanto 82,52% da população dos 20 piores municípios possui a prestação do serviço. A porcentagem da população com rede de coleta de esgoto é ainda mais discrepante: 95,59% da população nos 20 melhores municípios tem os serviços; e somente 31,78% da população nos 20 piores municípios são abastecidos com a coleta do esgoto (TRATA BRASIL, 2022).

No Brasil, a estrutura institucional do setor tem, como fundamentos, a Lei Federal n. 11.445/07, denominada Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), seu Decreto Federal regulamentador n. 7.217/10 e o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), aprovado em 2014 (MARTINS, 2022).

Segundo o projeto estratégico, o PLANSAB é instrumento para a implementação da



Lei 11.445/2007 e sua elaboração deve envolver as forças sociais que ajudaram a construir a nova política de saneamento no país e de modo especial os gestores comprometidos com a universalização do saneamento ambiental para alcançar os demais titulares e usuários dos serviços (MENEZES, 2020).

Conforme é dito por Mota (2020), o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) estabelece o planejamento integrado do saneamento básico visando quatro componentes, sendo eles: o abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas.

Embora tenha tido especial atenção nos últimos anos, principalmente com a criação da Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e da Lei 9.433/1997, referente à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), percebe-se ainda muita negligência com relação à oferta de saneamento básico à população. Segundo Lunelli (2020), entre outros fatores, há a questão de não estarem definidas, de maneira clara, as atribuições de cada esfera governamental no que se refere ao saneamento básico, fazendo com que União, estados, Distrito Federal e municípios criem ações redundantes em alguns casos ou se tornem negligentes em outros, deixando a responsabilidade para um dos demais agentes envolvidos. O saneamento básico deve ser priorizado, pois está diretamente ligado à salubridade e qualidade de vida. E todas as suas vertentes devem ter atenção especial e nenhuma negligenciada. Como exemplo, cita-se a drenagem, objeto deste estudo e que muitas vezes é colocada à parte quando se trata do saneamento.

Em 1995, foi aprovada a Lei nº 8.987/95, que estabeleceu o marco legal para a concessão e permissão de serviços públicos para a iniciativa privada, possibilitando o início de um processo de participação do capital privado no setor de saneamento. (MENEZES, 2020).

Em 05 de janeiro de 2007 foi publicada a Lei nº 11.445, considerada o marco regulatório da política de saneamento básico, haja vista ser um período identificado como o da valorização da gestão, da busca de novas alternativas com o fito de viabilizar o atendimento das demandas por serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (MARTINS, 2022).

A Lei Nº 11.445/2007 outorga os municípios como entes responsáveis pela prestação dos serviços de saneamento básico, podendo estes contratarem empresas prestadoras, fazer parcerias municipais, entre outros. Porém, a prestação desse serviço deve ser planejada pelos próprios municípios, mediante a elaboração do plano municipal de saneamento básico (PMSB). Os Planos Municipais de Saneamento Básico estabelecem as diretrizes municipais na área de saneamento e devem estar em consonância com as diretrizes nacionais estabelecidas pela Lei Nº 11.445/2007 e pelo Decreto Nº 7.217/2010 (BRASIL, 2010).

De acordo com o texto da Lei nº 11.445/2007, o PMSB deve conter no mínimo: i) diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida; ii) objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização; iii) programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas; iv) ações para emergências e contingências; e v) mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas. Posteriormente, essa lei foi modificada e melhorada, de forma que foi criada a Lei nº 14.026, essa lei atualiza o marco legal e visa melhorar o atendimento à população, tendo a Agência Nacional das Águas (ANA), como a responsável pela instituição de normas de referência para a regulamentação de serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2020).

2.2.2 Drenagem Urbana como Vertente do Saneamento

O ciclo da água é afetado nas cidades devido à modificação da superfície e canalização do escoamento, aumento da poluição causada pela contaminação do ar e superfícies urbanas, e disposição inadequada de lixo (TUCCI, 2003). A drenagem urbana é uma vertente do saneamento básico que se preocupa com a gestão das águas pluviais nas áreas urbanas. É uma das principais questões ambientais enfrentadas pelas cidades, pois a urbanização altera significativamente o ciclo hidrológico natural, com impactos ambientais e sociais, como enchentes, deslizamentos de terra, poluição de corpos d'água, comprometimento do abastecimento de água e danos à saúde pública (SILVA et al., 2020).

A drenagem urbana, portanto, é um elemento fundamental do saneamento, pois tem como objetivo garantir a coleta, transporte, tratamento e disposição adequados das águas pluviais, minimizando os impactos negativos na cidade e na população. Isso é feito por meio de uma série de técnicas e soluções, como a construção de sistemas de drenagem pluvial, a implantação de telhados verdes e pavimentos permeáveis, a criação de parques e áreas verdes, a construção de bacias de retenção e de sistemas de armazenamento e reuso de água da chuva (FARIA et al., 2022).

Além disso, a drenagem urbana também está relacionada a outras questões do saneamento, como o tratamento de esgotos e a gestão de resíduos sólidos, uma vez que todos esses elementos estão interligados e podem afetar o meio ambiente e a saúde pública. Em geral, o planejamento e a gestão integrada do saneamento são essenciais para garantir uma cidade saudável, sustentável e resiliente (SILVA et al., 2020).

No Brasil a maioria das cidades sofre com problemas de alagamentos, inundação, cheia, decorrente de uma série de fatores, podem-se destacar principalmente dois: a ocupação desordenada das áreas de escoamento natural das águas pluviais e a falta de um sistema de drenagem urbano que possa evitar que esses alagamentos ocorram. Os dois fatores elencados dependem diretamente da ação do poder público na área de habitação e saneamento básico. Problemas como os alagamentos urbanos são provocados pelo acúmulo de águas no leito das ruas, somadas aos sistemas de drenagem deficientes, produzidos pelo escoamento superficial das águas pluviais e seu excedente que não infiltra no solo já impermeabilizado devido ao uso incorreto (FARIA et al., 2022).

Segundo Tucci (2018), inundações devido à urbanização, são as que ocorrem na drenagem urbana devido às chuvas intensas e ao efeito da impermeabilização do solo ou obstrução ao escoamento. Os alagamentos geralmente se enquadram nesse tipo de inundação, salvo outras condições que não possuem a chuva intensa como uma das causas. Silva et al. (2020) consideram que o sistema de drenagem básico de uma cidade deve se estruturar respeitando todos os aspectos legais, técnicos, além das dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais e uma composição física mínima com pavimentação de ruas, sarjetas e meio-fios, bocas de lobo, galerias de drenagem e valas, vale ressaltar que todos esses elementos devem estar interligados e funcionando adequadamente ou o risco de ocorrer falha no sistema de drenagem é grande.

Além desses instrumentos as características das bacias hidrográficas possuem papel primordial no processo de drenagem. A bacia hidrográfica é composta por uma rede de elementos de drenagem constituída por rios, riachos, córregos e pântanos ou várzeas, que naturalmente se formaram e se mantêm em função da dinâmica das precipitações e das características do terreno, como tipo de solo, declividades, cobertura vegetal, entre outros. Com o uso urbano intenso do solo da bacia hidrográfica, este sistema é alterado substancialmente pela introdução de elementos artificiais e pelo aumento das descargas (MENDES; ALVES, 2020).

A fundação enfatiza ainda que os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, empoçamentos, erosões e assoreamentos, principalmente nas áreas mais baixas das cidades sujeitas a alagamentos ou inundações marginais de cursos naturais de água. No campo da drenagem urbana, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada e falta de políticas de desenvolvimento urbano (TEIXEIRA, 2021).

O manejo de água pluvial é compreendido como um sistema de drenagem que contém pavimentação de rua, implantação de redes superficiais e subterrâneas de coleta de águas pluviais e destinação final de afluentes. É um dos componentes do saneamento básico que tem por objetivo escoar a água da chuva para evitar malefícios para saúde humana (TEIXEIRA, 2021).

Segundo Tucci *et al.* (2018), o sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. É constituído por uma série de medidas que visam minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelos alagamentos, inundações e pode ser dividido em: micro drenagem e macrodrenagem;

Para Faria *et al.* (2021), o sistema de drenagem é composto de dois tipos de intervenções no ambiente: as medidas estruturais e as medidas não estruturais. As estruturais seriam as chamadas obras hidráulicas necessárias para um bom escoamento das águas pluviais, não estruturais correspondem a propostas com objetivos de minimizar os efeitos causados pelas águas pluviais, que não implicam em grandes obras de engenharia, as duas medidas devem se complementar. As ações estruturais seriam obras que tem por objetivo acelerar de maneira eficiente o escoamento das águas pluviais, melhorando a condição de vazão, deslocamento e despejo nos corpos d'água receptores, mediante a construção de instrumentos como canais, diques, galerias e que quando construídos levem em consideração a estrutura física da área, a hidrologia, geologia e não apenas criar um sistema de drenagem que desloque o problema para outra área.

Tucci (2018) coloca como principais medidas estruturais para a drenagem urbana: o Sistema de coleta da água de chuva no lote e lançamento na rede, que corresponde a todas as obras de coleta de água superficial no lote e transporte até a rede de drenagem; Microdrenagem: trata-se de coleta e afastamento de águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias, boca de lobo e bueiros. São instalados em pontos apropriados para a coleta e transporte das águas pluviais até o ponto de lançamento que podem ser os canais, córregos ou rios; Macrodrenagem: compreende galerias de grande porte e os corpos receptores como canais e rios que recebem a água coletada pela microdrenagem; Reservatórios para controle de cheias: seriam os barramentos construídos em rios para reter o excesso de chuva e proteger áreas à jusante; Reservatórios urbanos de retenção ou bacias de retenção: pequenos reservatórios construídos em determinadas áreas da cidade para conter o excesso de chuva e proteger áreas à jusante; Drenagem forçada em áreas baixas: composta por sistemas de diques para evitar a invasão das águas nas áreas baixas das cidades que são ocupadas por uma grande parcela da população, ao mesmo tempo esse sistema deve ser drenado por um sistema de bombeamento.; Manutenção do sistema de drenagem: essa medida é fundamental para o bom funcionamento do sistema de drenagem.

As medidas não estruturais têm o objetivo a redução ao máximo de prejuízos causados por possíveis alagamentos, orientando a população quanto aos fatores que geram as inundações ou alagamentos, criando um centro de previsão, um sistema de informações

de tempo, parceria junto a Defesa Civil nas esferas municipal e estadual com programas de prevenção, mapeamento de locais críticos e treinamento da população principalmente em locais com risco de ocorrência de evento adverso (TUCCI, 2018).

Segundo Mendes e Alves (2020), algumas das principais medidas não estruturais incluem a necessidade de garantir que o sistema de drenagem esteja em conformidade com todas as normas legais pertinentes. Além disso, enfatiza-se a importância das leis de uso e ocupação do solo, que desempenham um papel fundamental na prevenção de inundações, uma vez que a forma como o solo é ocupado afeta diretamente a capacidade de infiltração. Também é crucial estabelecer critérios de projeto para estudos hidrológicos e hidráulicos, tanto em microdrenagem quanto em macrodrenagem, para evitar conflitos técnicos em projetos na mesma região. Da mesma forma, a definição de critérios e normas para obras de infraestrutura integradas à drenagem é essencial. Além disso, programas de educação ambiental são propostos para promover uma mudança na mentalidade dos cidadãos em relação às questões ambientais;

Um adequado sistema de drenagem urbana proporcionará uma série de benefícios às cidades como, desenvolvimento do sistema viário, redução de gastos com manutenção das vias públicas, redução no gasto com doenças de vinculação hídrica, escoamento rápido das águas superficiais, reduzindo os problemas do trânsito e da mobilidade urbana por ocasião das precipitações, eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais, recuperação de áreas alagadas ou alagáveis, proporcionando sensação de segurança e conforto para a população (CALDEIRA; LIMA, 2020).

2.2.3 Os Sistemas de Drenagem Urbana e seu papel para o Saneamento Básico

O sistema de drenagem urbana é de substancial importância para uma cidade, independentemente de seu tamanho. Ele é um instrumento indispensável no combate a enchentes, inundações e alagamentos. O combate à drenagem por meio do sistema de microdrenagem e macrodrenagem vem contribuir positivamente para o crescimento de uma cidade, assim como para a sua economia, pois valoriza a região onde se está instalado, por garantir a não ocorrência de enchentes e alagamentos, e para a saúde, por diminuir o risco de contágio por doenças de veiculação hídrica e outros dados de benefícios sociais (TUCCI, 2018).

Tendo em vista a importância do sistema de drenagem, a sua ausência resulta em inúmeros problemas para a cidade, provenientes da sua ausência, pois além de favorecer a ocorrência de possíveis alagamentos e enchentes, resulta em prejuízos financeiros ao comércio, aos moradores, às indústrias e ao poder público, o qual, certamente, é o mais atingido, tanto por terem prejuízos físicos em alguns órgãos públicos, quanto por todo e qualquer prejuízo tido pela população, refletindo diretamente na economia da cidade, além dos impactos na saúde pública, que resulta em demanda de investimento nessa área (FERREIRA; GUEDES, 2022).

Vale salientar também que ter um sistema de drenagem ineficiente se torna algo perigoso, por trazer a sensação de falsa segurança, pois quanto mais precisar dele, ele se mostrará ineficiente, seja por ser mal dimensionado, por ser muito antigo, ou ainda por não se ter manutenção, nem investimento em revitalização do mesmo, de forma adequada (TUCCI, 2012).

A manutenção do sistema de drenagem é tão importante quanto à implantação do

mesmo, pois através dele que se garante a eficiência e a segurança do mesmo (TONIOLO et al., 2021). Esses autores enfatizam que um dos maiores problemas que o poder públicos enfrenta em relação à drenagem urbana das águas pluviais é a falta de critérios técnicos para execução de obras de drenagem.

Tucci (2018) destaca também que é fundamental estabelecer critérios de projeto para estudos hidrológicos e hidráulicos, tanto na micro como na macrodrenagem, desse modo evitaria projetos incompatíveis tecnicamente numa mesma região de características semelhantes, sem esquecer que os projetos devem ser feitos de forma conjunta e interligadas com outros projetos de infraestrutura. Para ele, a maior dificuldade para a implementação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos municípios para enfrentar problemas tão complexos e interdisciplinares.

Philippi Jr. et al. (2005) relatam que a drenagem urbana tem sido fundamentalmente gerida pelo poder público municipal, e quando há vínculos hidráulicos entre municípios, é o poder estadual ou até mesmo federal que trata, tanto na gestão como no projeto e execução de obras intermunicipais de manejo de águas pluviais, uma sobrecarga para a administração pública levando em consideração que um sistema de drenagem deve ser projetado, executado e operado em consonância com os demais serviços públicos de uma cidade. Isso poderia ser minimizado com maior participação da iniciativa privada na gestão dos serviços de saneamento básico. Os dados da Política Nacional de Saneamento Básico (2022) mostram a realidade do gerenciamento do sistema de drenagem nas regiões brasileiras. Os órgãos da administração direta do poder público executam a maior parte das atividades de manejo de água pluvial 97,7%, ficando apenas 2,3% para a iniciativa privada. Apenas 6,9% dos municípios possuíam de 80% a 100% das ruas pavimentadas no perímetro urbano. Na região sudeste, este percentual chega a 53,6%. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2022) traz uma variável importantíssima para avaliar o sistema de drenagem das águas pluviais, refere-se à pavimentação de ruas no perímetro urbano. No período de 2000 a 2008, o contingente de municípios brasileiros que informou possuir ruas pavimentadas saltou de 78,3% para 94,4% do total, representando um crescimento de 20,6% no período.

No sistema de drenagem ineficaz um fator preocupante são os processos erosivos urbanos, decorrentes da impermeabilização do solo. A pesquisa informa que ocorre erosão no perímetro urbano em 27,3% dos municípios brasileiros que fizeram manejo de águas pluviais, nos últimos cinco anos. Esses municípios declararam que o sistema inadequado de drenagem urbana é de 48,2%, assim como as condições geológicas e morfológicas é de 47,8% e a ocupação intensa e desordenada do solo foram os principais fatores agravantes da erosão urbana. Destaca ainda que, um sistema de drenagem superficial aliada à drenagem subterrânea eficiente são instrumentos de controle de problemas provocados pela impermeabilização do solo e outras consequências no perímetro urbano da cidade (PNSB, 2022).

Enquanto a pavimentação de vias urbanas é um elemento que possibilita melhoria da circulação interna nas cidades, a impermeabilização generaliza determinados solos que podem representar um catalisador para a ocorrência de eventos de erosão, assoreamentos, alagamentos, inundações e proliferação de vetores de problemas de saúde pública. A existência de significativa rede composta por sistemas de drenagem superficial aliada à drenagem subterrânea é um mecanismo de controle dos problemas oriundos da impermeabilização do solo no perímetro urbano das cidades (PNSB, 2022).

Saneamento básico e saúde pública estão ligados diretamente, pois muitas doenças como amebíase, cólera e diarreia estão relacionadas com a baixa cobertura no abasteci-

mento de água tratada, a falta de um sistema de tratamento de esgoto, a falta de coleta de lixo, outras doenças estão vinculadas aos alagamentos urbanos como a dengue e a leptospirose, doenças frequentes em áreas com infraestrutura precária, como por exemplo, a falta de um sistema eficiente de drenagem de água da chuva, pois as doenças acima exemplificadas têm seu comportamento relacionado ao meio ambiente. Sendo assim, uma das principais funções do saneamento básico é evitar a disseminação de doenças, principalmente nas crianças (TUCCI, 2018).

Segundo Caldeira e Lima (2018), as crianças são geralmente as mais afetadas já que aproveitam a cheia para brincar esquecendo o risco de contaminação de doenças. De acordo com Tucci (2018), as populações que possuem acesso aos serviços de saneamento têm uma redução, em média de 55% na mortalidade infantil. A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) (2008), demonstra que um pouco mais da metade dos mais de 5.000 municípios brasileiros (55,2%) tinham serviços de esgotamento sanitário. Marca pouco superior à pesquisa realizada em 2.000 que apontava 52,2% dos municípios com rede coletora de esgotamento, demonstrando a realidade dos investimentos na área de saneamento.

Os problemas de saúde pública obrigaram o Estado a encontrar soluções de saneamento para a coleta e o tratamento dos esgotos, para o abastecimento de água para o consumo humano, coleta e o tratamento de resíduos sólidos e para a drenagem das águas pluviais (TONIOLO et al., 2021).

Rodrigues e Rodrigues (2022) explicam que investir em saneamento é uma das formas mais eficientes de se reverter o quadro apresentado pelo Ministério da Saúde em relação às doenças relacionadas ao saneamento básico, onde a pesquisa afirma que para cada R\$1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se R\$4,00 na área de medicina curativa. A maioria dos problemas sanitários que afeta a população mundial está intrinsecamente relacionada com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais aflige a humanidade, já que causa 30% das mortes de crianças com menos de um ano de idade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento.

O sistema de drenagem tem um papel fundamental na vida de uma cidade, independente do seu tamanho, pois carrega as águas que caem em toda cidade para as bacias hidrográficas. Isso evita possíveis alagamentos e previne enchentes. Sabe-se que, quando não se tem um sistema de drenagem eficiente para evitar a ocorrência dessa problemática, a cidade e, principalmente, a sua população sofrerão os impactos, tanto na qualidade de vida, já que transita em uma cidade com um nível alto de água em suas ruas, gerando transtornos; prejuízos financeiros, uma vez que, normalmente, em chuvas fortes, pode-se ocorrer o alagamento das ruas, das lojas, casas, veículos; e na saúde da população, esse é um dos impactos mais graves, pois pode afetar a saúde de uma cidade por completo, e, algumas vezes, de forma lenta e silenciosa, isso porque essas águas podem se tornar transmissoras de bactérias e vírus, já que trazem consigo uma mistura de lixo e muitas vezes esgotos das ruas (TUCCI, 2018).

3. CONCLUSÃO

O Saneamento Básico engloba diversos serviços públicos, como o fornecimento de água, a coleta e tratamento de esgoto, a gestão dos resíduos sólidos e o controle da drenagem urbana. Investir na melhoria do saneamento em uma cidade tem um impacto significativo na qualidade de vida da população, na preservação do meio ambiente urbano



e rural e na saúde pública. Combinado com políticas de saúde e habitação, o saneamento ambiental ajuda a reduzir a incidência de doenças e internações hospitalares, além de assegurar o abastecimento de água de qualidade ao evitar a contaminação dos recursos hídricos locais.

Nos últimos anos, o aumento da migração rural para áreas urbanas, o crescimento desordenado das cidades e a falta de planejamento territorial adequado têm resultado em níveis alarmantes de degradação ambiental, o que coloca uma pressão significativa sobre o meio ambiente. As atividades urbanas têm impactos diretos nos ecossistemas, podendo ser benéficos quando planejados adequadamente para minimizar impactos negativos ou desastrosos quando ocorre a degradação completa do meio ambiente, como visto em enchentes frequentes em áreas urbanas.

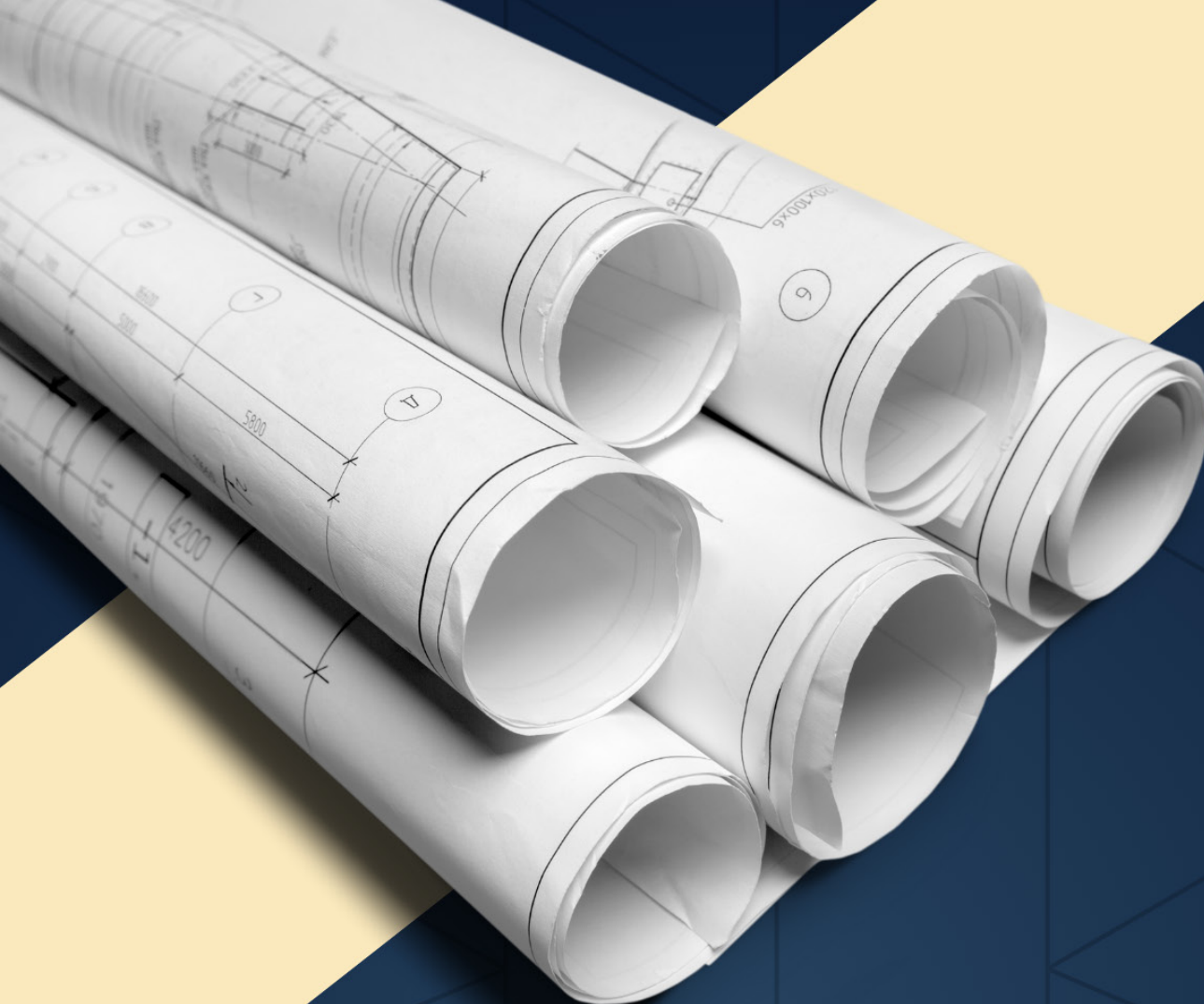
As inundações urbanas são causadas principalmente pelo aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo e à diminuição da infiltração e retenção de água. Quando o volume de escoamento superficial excede a capacidade dos cursos d'água que drenam as cidades, ocorrem inundações, particularmente em áreas mais baixas e propensas a alagamentos.

É importante notar que a falta de planejamento, de uma abordagem ambiental integrada e sustentável no desenvolvimento de projetos de drenagem urbana e a ausência de órgãos específicos para o controle dessas atividades têm contribuído para a situação caótica dos sistemas de drenagem nas grandes cidades brasileiras.

Referências

- ARAÚJO, R. N. **Degradação do corante azul reativo 19 usando UV, H₂O₂, UV/H₂O₂, Fenton e Foto-fenton. Aplicação em efluentes têxteis.** 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. SP. 2018.
- BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S. **Saneamento como um direito social.** 2021.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, DF: Presidência da República, 2020.
- BRASIL. Lei nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei Nº 11.445. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.
- BUDA, J.F. **Segurança e Higiene no Trabalho em Estação de Tratamento de Esgoto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2020.
- CALDEIRA, Luiz Antônio Cardoso; LIMA, Diogo Pedreira. Drenagem urbana: uma revisão de literatura. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020.
- CHAGAS, Waldeci Ferreira. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgoto da ilha do Governador e da Penha no Estado do Rio de Janeiro.** 2020, 96 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz/escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2020.
- FARIA, Marco Túlio da Silva et al. Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico e Planos Diretores de Drenagem Urbana em municípios de pequeno porte de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, p. 185-193, 2022.
- FERREIRA, Denise Helena Lombardo; GUEDES, Walef Pena. Sistema de drenagem e planejamento urbano da cidade de Campinas/SP. **Gerenciamento de Cidades**, v. 10, n. 75, p. 87-96, 2022.
- LUNELLI, Carlos Alberto. **Direito, ambiente e políticas públicas.** Volume 2, Ed. Juruá, 2020.
- MARTINS Maurino de Oliveira. **Curso Superior em Tecnologia em Gestão Pública**, IFPR 2022.
- MENDES, Alesi Teixeira; ALVES, Conceição de Maria Albuquerque. UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁ-

- SICO NO BRASIL: UMA AVALIAÇÃO DA DRENAGEM URBANA ENQUANTO COMPONENTE MARGINAL.2020.
- MENEZES, Luiz Carlos C. Considerações sobre saneamento básico, saúde pública e qualidade de vida. **Revista Engenharia Sanitária**, v.23, n.1, p. 55-61, jan./mar. 2020.
- MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ºEd. Rio de Janeiro. ABES. 2020. PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PNSB). Brasil. 2022. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008./PNSB_2008.pdf> Acesso em: 04 set 2023.
- RODRIGUES, Nathalia Moreira; RODRIGUES, Carlos Eduardo Ferreira; RODRIGUES, Camila Ribeiro. A falta de drenagem urbana nas cidades brasileiras. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e54911629652-e54911629652, 2022.
- SILVA, Jorge Luis Oliveira et al. Drenagem urbana: Saneamento básico e controle de enchentes. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 2472-2477, 2020.
- TEIXEIRA, Heloisa Bezerra Varela. **Análise da componente drenagem urbana e manejo de águas pluviais nos planos municipais de saneamento básico aprovados em municípios do Rio Grande do Norte-diagnóstico e ações**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- TONIOLO, Bruno Pereira et al. Estudo comparativo de rede de drenagem na SABESP Oeste com auxílio de provedores SIG. **Geografia em Atos (Online)**, v. 5, p. 1-20, 2021.
- TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento básico 2022**.
- TSUJI, Thays Mitsuko et al. Panorama dos instrumentos de planejamento e gestão da drenagem urbana no Brasil. **Paranoá**, n. 34, p. 1-23, 2023.
- TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados** [on-line], v. 22, n. 63, p. 97- 112, 2018. Epub.



23

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: RACHADURAS, TRINCAS E FISSURAS

**PATHOLOGY IN CIVIL CONSTRUCTION: SCRATCHES,
CRACKS AND CRACKS**

Pedro Ramon Gonçalves Araújo

Resumo

A pesquisa em foco dedica-se à análise e resolução das patologias na construção civil, com ênfase especial em rachaduras, fissuras e trincas em edificações. Por meio de um meticuloso estudo bibliográfico, o trabalho ilumina as causas e consequências dessas manifestações patológicas, detalhando os problemas gerados por elas na alvenaria. É destacada a importância de identificar essas questões estruturais, proporcionando insights vitais sobre como solucioná-las eficientemente. O estudo avança, explorando a relevância do uso de materiais adequados, enfatizando como a seleção apropriada pode contribuir significativamente para a mitigação dessas patologias. Adicionalmente, destaca-se a necessidade de projetos detalhados e uma mão de obra devidamente treinada e qualificada como estratégias-chave para a resolução de rachaduras, fissuras e trincas, sublinhando a imperatividade da aderência rigorosa às normas técnicas vigentes para assegurar a qualidade e segurança da construção. O papel crucial do comprometimento com a excelência em todos os processos construtivos é enfatizado, ressaltando como a adesão a práticas de construção eficientes pode otimizar a utilização de recursos, minimizar o desperdício e garantir a conclusão tempestiva dos projetos, sem comprometer a integridade estrutural das edificações. Conclui-se que a abordagem multi-facetada para a resolução de patologias na construção civil é vital para garantir a longevidade e segurança das estruturas, beneficiando tanto os profissionais do setor quanto os clientes finais.

Palavras-chave: Patologias na Construção Civil. Rachaduras. Fissuras. Trincas. Materiais Adequados. Projetos Detalhados. Mão de Obra Qualificada. Normas Técnicas.

Abstract

The research in focus is dedicated to the analysis and resolution of pathologies in construction, with special emphasis on cracks, fissures and cracks in buildings. Through a meticulous bibliographical study, the work illuminates the causes and consequences of these pathological manifestations, detailing the problems generated by them in the masonry. The importance of identifying these structural issues is highlighted, providing vital insights into how to resolve them efficiently. The study advances, exploring the relevance of using appropriate materials, emphasizing how appropriate selection can significantly contribute to the mitigation of these pathologies. Additionally, the need for detailed projects and a properly trained and qualified workforce stands out as key strategies for resolving cracks, fissures and cracks, highlighting the imperative of strict adherence to current technical standards to ensure the quality and safety of construction. The crucial role of commitment to excellence in all construction processes is emphasized, highlighting how adherence to efficient construction practices can optimize the use of resources, minimize waste and ensure the timely completion of projects, without compromising the structural integrity of buildings. . It is concluded that the multi-faceted approach to resolving pathologies in construction is vital to guarantee the longevity and safety of structures, benefiting both sector professionals and end customers.

Keywords: Pathologies in Civil Construction. Cracks. Cracks. Cracks. Suitable Materials. Detailed Projects. Qualified Labor. Technical Standards.



1. INTRODUÇÃO

No cenário atual da construção civil brasileira, as edificações frequentemente enfrentam desafios relacionados a patologias que comprometem sua integridade estrutural. Dentre as mais comuns estão as rachaduras, fissuras e trincas, que, além de serem indicativos de possíveis falhas no processo construtivo, impactam diretamente na segurança e na vida útil das estruturas. Essas manifestações patológicas são resultado de uma combinação de fatores que vão desde o uso de materiais inadequados, falhas no projeto, execução imprecisa até a utilização de mão de obra não qualificada.

A investigação deste tema é de extrema relevância devido às suas implicações diretas na segurança das edificações e na confiança depositada pelos clientes no setor da construção civil. Além disso, a presença dessas patologias leva a custos adicionais, seja na reparação ou até mesmo na reconstrução de partes da edificação. Assim, compreender as causas e propor soluções eficazes para tais problemas é crucial para a melhoria contínua da qualidade na construção civil.

Diante deste cenário, surge o questionamento: “Como é possível mitigar e resolver eficazmente as patologias de rachaduras, fissuras e trincas na construção civil, garantindo a durabilidade e segurança das edificações?”. Este questionamento guiará a pesquisa ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar as principais causas das patologias, focando em rachaduras, fissuras e trincas em edificações, e propor medidas corretivas eficientes para sua resolução. De forma mais específica, pretende-se: (i) identificar as principais causas das manifestações patológicas em construções civis, e (ii) apresentar técnicas e práticas que garantam a utilização de materiais adequados, projetos bem elaborados e mão de obra qualificada, alinhando-se sempre às normas técnicas vigentes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada neste artigo consistiu em uma Revisão de Literatura, caracterizando-se por uma abordagem Qualitativa e objetivo Descritivo. Foram realizadas consultas intensivas a uma variedade de materiais bibliográficos, incluindo livros físicos disponíveis na Biblioteca da Instituição Pitágoras e virtuais nas plataformas Bibliotecas 3.0 e Minha Biblioteca, bem como artigos científicos selecionados de bases de dados renomadas como SciELO e Google Acadêmico, além de revistas especializadas. O período de publicação dos trabalhos consultados compreendeu os anos de 2017 a 2023. As buscas foram orientadas utilizando-se as palavras-chave: “Patologias na Construção Civil”, “Rachaduras”, “Fissuras”, “Trincas”, “Materiais Adequados”, “Projetos Detalhados”, “Mão de Obra Qualificada”, e “Normas Técnicas”. Diversos autores que são referência no tema foram consultados para embasar e enriquecer o desenvolvimento do presente trabalho. Esta metodologia permitiu uma exploração aprofundada e bem fundamentada sobre a temática proposta, proporcionando uma análise crítica e abrangente dos aspectos relacionados às patologias na construção civil e as melhores práticas para prevenção e correção destes problemas.

2.2 Resultados e Discussão

A escolha inadequada de materiais na construção civil é uma causa primária de manifestações patológicas em edificações, provocando diversas falhas estruturais. Utilizar materiais de baixo padrão ou inadequados pode resultar em rachaduras, fissuras, e trincas, podendo conduzir ao colapso de estruturas em situações mais sérias. Esse problema é agravado quando não há um controle rigoroso de qualidade na seleção dos insumos utilizados na obra, pois o desconhecimento sobre as características e especificações técnicas dos materiais pode acarretar a sua má aplicação, exacerbando a ocorrência de patologias nas edificações. Os impactos desse cenário não apenas comprometem a integridade da construção, mas também podem ocasionar acidentes, representando um risco iminente à segurança dos ocupantes e operários da obra (THOMAZ, 2017).

A implementação inadequada de técnicas construtivas é outra causa significativa das manifestações patológicas nas edificações. Quando técnicas impróprias são empregadas, podem ocorrer erros construtivos que comprometem a estabilidade da edificação, desencadeando o surgimento de fissuras e outros defeitos estruturais. Estes não somente comprometem a estética da edificação, mas também sua segurança e funcionalidade. A negligência em adotar técnicas construtivas apropriadas pode advir de falta de conhecimento técnico, supervisão inadequada ou pressão para acelerar o ritmo da obra, enfraquecendo as estruturas e gerando futuros problemas de manutenção e segurança (RODRIGUES, 2018).

O desenvolvimento de um projeto inadequado de construção civil também é um fator crucial que potencializa o surgimento de patologias. A desconsideração de características essenciais do terreno, clima e outros aspectos ambientais relevantes durante a elaboração do projeto pode resultar em inúmeros problemas para a edificação. Erros de projeto podem levar a uma variedade de questões, desde pequenas rachaduras até desabamentos, ressaltando a importância de um planejamento criterioso, detalhado e adaptado às condições específicas do local da construção (DO CARMO, 2019).

A ausência de um plano de manutenção preventiva eficiente é outro fator que intensifica as manifestações patológicas nas construções civis. A negligência em realizar manutenções preventivas regulares pode fazer com que problemas inicialmente menores e facilmente solucionáveis evoluam para questões mais graves. Isso não só compromete a integridade da edificação como também resulta em intervenções de reparo mais caras e complexas, demonstrando a relevância de um plano de manutenção bem estruturado para garantir a longevidade e a segurança da edificação (SOUZA, 2020).

As consequências das patologias na construção civil são vastas, afetando de diversas maneiras tanto os proprietários quanto os usuários das edificações. A desvalorização do imóvel é uma das principais implicações. Construções que demonstram patologias significativas como rachaduras e fissuras veem seu valor de mercado substancialmente diminuído, resultando em grandes perdas financeiras para os proprietários. Isso sem mencionar os custos adicionais com reparos e manutenções que essas patologias exigem, elevando ainda mais o prejuízo econômico enfrentado pelos proprietários de tais imóveis (THOMAZ, 2017).

Juntamente com a depreciação do valor do imóvel, as patologias na construção civil elevam os riscos para a segurança dos seus ocupantes. As rachaduras e fissuras podem ser sinais de problemas estruturais profundos que, se não abordados prontamente, podem levar ao colapso da estrutura. A demora em realizar as intervenções necessárias pode intensificar os riscos, ampliando as chances de acidentes graves e até mesmo fatais, ressaltando a importância de uma atenção contínua à integridade estrutural das edificações



(RODRIGUES, 2018).

Os custos associados à correção das patologias na construção civil são outro impacto negativo significativo. Dependendo da gravidade e extensão do problema, as intervenções de reparo podem exigir um investimento considerável, que pode ser proibitivo para muitos proprietários. O alto custo dos reparos, além de ser um fardo financeiro, pode levar ao adiamento ou até mesmo à negligência na realização de manutenções cruciais, exacerbando ainda mais os problemas existentes e potencializando os riscos associados (DO CARMO, 2019).

A presença persistente de patologias na construção civil também danifica gravemente a reputação do setor como um todo. Problemas recorrentes em edificações diminuem a confiança dos consumidores e investidores em empresas construtoras e incorporadoras, gerando uma percepção negativa generalizada do setor. Esse cenário pode desencorajar investimentos e inovações no campo da construção civil, limitando o crescimento e o desenvolvimento da indústria e contribuindo para a perpetuação de práticas inadequadas e ineficientes (SOUZA, 2020).

O entendimento aprofundado das causas das patologias permite a elaboração de estratégias de prevenção mais eficazes. Um diagnóstico preciso e abrangente das causas subjacentes às patologias na construção civil é essencial para a implementação de medidas preventivas robustas. Tais medidas minimizam os riscos associados a esses problemas, contribuindo para a construção de edificações mais seguras, duráveis e resilientes, além de garantir maior satisfação e segurança para os usuários e proprietários dessas estruturas (THOMAZ, 2017).

Consequentemente, a compreensão clara das repercussões das patologias na construção civil é fundamental para assegurar ações corretivas eficientes e tempestivas. A intervenção rápida é crucial para evitar a evolução e o agravamento dos problemas, garantindo que as edificações permaneçam seguras, funcionais e livres de defeitos que possam comprometer sua integridade estrutural e estética. Esse entendimento aprofundado contribui significativamente para a melhoria contínua da qualidade e segurança nas edificações, assegurando que os padrões e normativas de construção sejam rigorosamente observados (RODRIGUES, 2018).

É imprescindível, nesse contexto, que os profissionais envolvidos na construção civil estejam constantemente atualizados sobre as melhores práticas, métodos e tecnologias disponíveis para a prevenção e correção de patologias em edificações. Esse compromisso com a excelência e a atualização contínua é fundamental para assegurar que todas as construções sejam realizadas em conformidade com os mais altos padrões de qualidade, segurança e sustentabilidade, promovendo um desenvolvimento mais harmônico, eficiente e responsável do setor da construção civil (DO CARMO, 2019).

Em suma, a adoção de práticas construtivas apropriadas, o uso de materiais de alta qualidade e a realização regular de manutenção preventiva são estratégias eficientes para minimizar a incidência de patologias na construção civil. Tais medidas asseguram que as edificações atendam ou superem as expectativas de seus proprietários e usuários, oferecendo ambientes seguros, confortáveis e funcionais, que contribuem positivamente para a qualidade de vida dos indivíduos e para o desenvolvimento sustentável das cidades e comunidades (SOUZA, 2020).

As rachaduras, fissuras e trincas na alvenaria são manifestações patológicas que evidenciam problemas significativos nas edificações. Elas indicam que a construção pode estar enfrentando problemas de assentamento, movimentação estrutural, ou mesmo influências externas que afetam sua integridade. Tais manifestações não apenas compro-

metem a aparência da edificação, mas também sinalizam potenciais riscos à segurança estrutural, podendo levar a problemas ainda mais graves se não forem prontamente abordadas e corrigidas. Elas não são meras questões estéticas e sua presença pode levar a um agravamento da condição da estrutura, tornando imperativa a realização de uma inspeção detalhada e intervenção adequada (RIBEIRO, 2021).

Problemas como rachaduras e trincas na alvenaria podem levar a consequências severas se não forem tratados a tempo. Quando tais questões são negligenciadas, elas podem evoluir, comprometendo ainda mais a integridade estrutural da edificação. Esta deterioração progressiva pode resultar em situações que colocam em perigo a vida dos ocupantes do imóvel e de pessoas nas proximidades. A instabilidade resultante pode provocar colapsos parciais ou totais, resultando em danos materiais significativos e potencial perda de vidas. A correção imediata e eficiente desses problemas é crucial para garantir a segurança e a longevidade das construções (PAIVA, 2022).

A necessidade de reparo dessas patologias pode representar custos significativos. Dependendo da extensão e da gravidade das rachaduras, fissuras e trincas, as intervenções necessárias para sua correção podem ser extensas e onerosas. O processo pode envolver desde a simples aplicação de materiais de vedação até a necessidade de reforço estrutural ou reconstrução de partes da edificação. Estes custos elevados ressaltam a importância de práticas construtivas corretas e manutenção regular para identificar e corrigir tais problemas em seus estágios iniciais, evitando gastos mais significativos no futuro (CARVALHO, 2023).

Ademais, rachaduras e trincas na alvenaria podem também levar à diminuição do valor de mercado do imóvel. Imóveis com tais defeitos são frequentemente vistos com desconfiança por potenciais compradores, devido aos possíveis riscos e custos de reparo associados. Esta desvalorização pode representar perdas financeiras consideráveis para os proprietários, tornando mais difícil a venda do imóvel por um valor justo. Além disso, a presença de defeitos patológicos pode levar a uma percepção negativa do imóvel, afetando sua atratividade para locatários e compradores potenciais (LOPES, 2022).

Infiltrações são outro problema decorrente das rachaduras na alvenaria. Mesmo fissuras aparentemente superficiais podem permitir a entrada de água, causando danos adicionais tanto à estrutura quanto ao acabamento interno das edificações. A água que penetra através dessas aberturas pode deteriorar ainda mais a alvenaria, exacerbando o problema existente e potencialmente causando danos a outros componentes da construção, como acabamentos internos e instalações elétricas. As infiltrações também podem criar um ambiente propício ao desenvolvimento de mofo e bolor, que são prejudiciais à saúde dos ocupantes do imóvel (RIBEIRO, 2021).

O ambiente interno dos imóveis também é seriamente afetado pelas rachaduras na alvenaria. A presença de fissuras pode comprometer a eficiência térmica e acústica do edifício, permitindo a entrada de ar frio no inverno e quente no verão, além de permitir a entrada de ruídos externos. Essa condição compromete o conforto dos ocupantes e pode levar a um aumento nos custos de energia devido à necessidade de aquecimento ou refrigeração adicionais para manter uma temperatura interna confortável (PAIVA, 2022).

As rachaduras, fissuras e trincas na alvenaria também podem sinalizar a presença de outros problemas subjacentes, como falhas no solo ou no projeto estrutural da edificação. Elas podem ser sintomas de questões mais profundas que, se não identificadas e abordadas, podem continuar a prejudicar a integridade da edificação e a segurança de seus ocupantes. A identificação e resolução dessas questões subjacentes são essenciais para prevenir a reincidência de rachaduras e outros defeitos patológicos na alvenaria (CARVA-

LHO, 2023).

A proliferação de insetos e roedores é uma preocupação adicional acarretada pelas rachaduras na alvenaria. Tais aberturas fornecem acesso fácil para pragas que podem infestar o imóvel, causando desconforto e potenciais riscos à saúde dos ocupantes. A vedação adequada de rachaduras e fissuras é essencial não apenas para manter a integridade estrutural do edifício, mas também para prevenir a infestação por pragas, contribuindo para a manutenção de um ambiente interno saudável e confortável (LOPES, 2022).

O uso de materiais adequados é fundamental para a prevenção e resolução de patologias na construção civil. A escolha de materiais de alta qualidade, testados e certificados conforme as normas técnicas, minimiza significativamente o risco de ocorrência de rachaduras, fissuras e outros defeitos na alvenaria e em outros componentes das edificações. Além disso, materiais de qualidade superior geralmente oferecem melhor desempenho e durabilidade, reduzindo a necessidade de reparos e manutenção frequentes e contribuindo para a longevidade da edificação (PERES, 2021).

Projetos detalhados e bem elaborados desempenham um papel crucial na prevenção de patologias na construção civil. Um projeto detalhado deve levar em consideração todos os aspectos relevantes da construção, incluindo o tipo de solo, o clima local, e as características específicas da edificação. Essa atenção minuciosa aos detalhes ajuda a identificar e mitigar possíveis problemas antes mesmo que a construção comece garantindo que a edificação seja robusta, segura e durável. Além disso, um projeto detalhado facilita a comunicação clara e precisa entre todos os envolvidos no processo de construção, contribuindo para a execução eficiente e eficaz do projeto (BARROS, 2022).

Quanto à mão de obra, é indiscutível a importância de contar com profissionais treinados e qualificados para assegurar a qualidade da construção. Profissionais capacitados possuem o conhecimento técnico necessário para executar corretamente todas as etapas da construção, evitando erros que possam levar ao surgimento de patologias. Além disso, uma equipe de construção treinada está mais apta a seguir corretamente as especificações do projeto e as normas técnicas vigentes, assegurando que a edificação atenda aos padrões de qualidade e segurança estabelecidos (BELLO, 2023).

Respeitar e seguir as normas técnicas vigentes é outra estratégia essencial para a prevenção de patologias na construção civil. As normas técnicas estabelecem padrões e diretrizes para a execução adequada de diversos aspectos da construção, desde a escolha dos materiais até as técnicas de construção e os procedimentos de inspeção e manutenção. A aderência estrita a essas normas garante que a edificação seja construída conforme os padrões aceitos de qualidade, segurança e desempenho, minimizando o risco de surgimento de problemas patológicos e garantindo a satisfação e a segurança dos ocupantes da edificação (PERES, 2021).

Integrar o uso de tecnologias avançadas é outra prática essencial que amplifica a eficiência dos materiais adequados, projetos minuciosos e mão de obra qualificada. A implementação de softwares de gerenciamento e design assistido por computador, por exemplo, potencializa a precisão dos projetos e a coordenação das equipes de construção. Essas tecnologias permitem identificar previamente possíveis desafios ou incongruências, oferecendo oportunidades para ajustes proativos e evitando o surgimento de problemas estruturais na fase de construção (PERES, 2021).

Ao abordar a temática da mão de obra, a continuidade no treinamento e na atualização dos profissionais envolvidos se mostra como um diferencial. O campo da construção civil é dinâmico, com o constante surgimento de novas técnicas, materiais e tecnologias. Garantir que a equipe esteja atualizada e alinhada com as melhores práticas do setor é

uma estratégia proativa para evitar problemas e garantir a execução impecável dos projetos de construção (BARROS, 2022).

Para além da obediência às normas técnicas, a busca constante pela excelência nos processos construtivos se destaca. O comprometimento com a qualidade deve permear todas as etapas da construção, desde o planejamento inicial até a entrega final do projeto. A adesão a práticas de construção enxuta, por exemplo, pode otimizar a utilização dos recursos, minimizar o desperdício e garantir que o projeto seja concluído de maneira eficiente e tempestiva, sem sacrificar a qualidade ou a segurança (BELLO, 2023).

3. CONCLUSÃO

Este trabalho empreendeu um esforço meticuloso para expor as maneiras de solucionar patologias da construção civil, especialmente focando em rachaduras, fissuras e trincas nas estruturas das edificações. Foi evidenciado de maneira nítida que a aplicação de materiais adequados, projetos detalhados e uma mão de obra treinada e qualificada é imperativa na resolução destas questões, proporcionando uma robusta melhoria na integridade estrutural das edificações.

Além disso, a análise ressaltou a importância de uma abordagem multifacetada para abordar as patologias na construção civil. Este aspecto não se limita apenas à reparação de danos visíveis, mas também envolve uma avaliação abrangente e uma abordagem proativa para prevenir o surgimento de falhas estruturais, garantindo que as edificações se mantenham seguras e resilientes ao longo do tempo.

Um elemento crucial ressaltado pelo estudo foi a indispensabilidade de aderir às normas técnicas vigentes, que orientam todas as fases da construção civil, desde a seleção de materiais até os procedimentos de construção e reparo. Estas normas oferecem um framework confiável para a execução de práticas seguras e eficazes no ambiente de construção civil, um campo caracterizado por desafios e complexidades significativos.

No entanto, o estudo sublinha que a evolução e a atualização contínua dessas normas e diretrizes são vitais para garantir que permaneçam relevantes e eficazes frente às inovações tecnológicas e às mudanças nas práticas de construção. Esforços contínuos por parte das autoridades e órgãos reguladores são essenciais para garantir essa atualização.

Assim, este trabalho sugere que pesquisas e estudos futuros são fundamentais para ampliar o entendimento sobre as patologias na construção civil e os métodos mais eficazes para sua resolução. Investigação adicional poderá fornecer insights essenciais para o contínuo aperfeiçoamento dos padrões e práticas neste campo crucial, promovendo uma construção civil cada vez mais segura, eficiente e inovadora.

Referências

- BARROS, Ana. **A Importância do Projeto Detalhado na Prevenção de Patologias na Construção Civil**. São Paulo: Aleph, 2022.
- BELLO, Carlos. **Qualidade e Segurança na Construção: A Importância do Comprometimento e da Mão de Obra Qualificada**. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Record, 2023.
- CARVALHO, José. **Resolução de Questões Subjacentes para Prevenir Rachaduras na Alvenaria**. Brasília: Suma, 2023.
- DO CARMO, Eliana. **Soluções para Rachaduras, Fissuras e Trincas na Construção Civil**. Salvador: Companhia da Letras, 2019.



LOPES, Fernando. **Vedação Adequada: Prevenindo a Infestação por Pragas na Construção Civil**. Belo Horizonte: Darkside Books, 2022.

PAIVA, Gilberto. **Eficiência Térmica e Acústica: Os Impactos das Rachaduras na Alvenaria**. Recife: Editora Intrínseca, 2022.

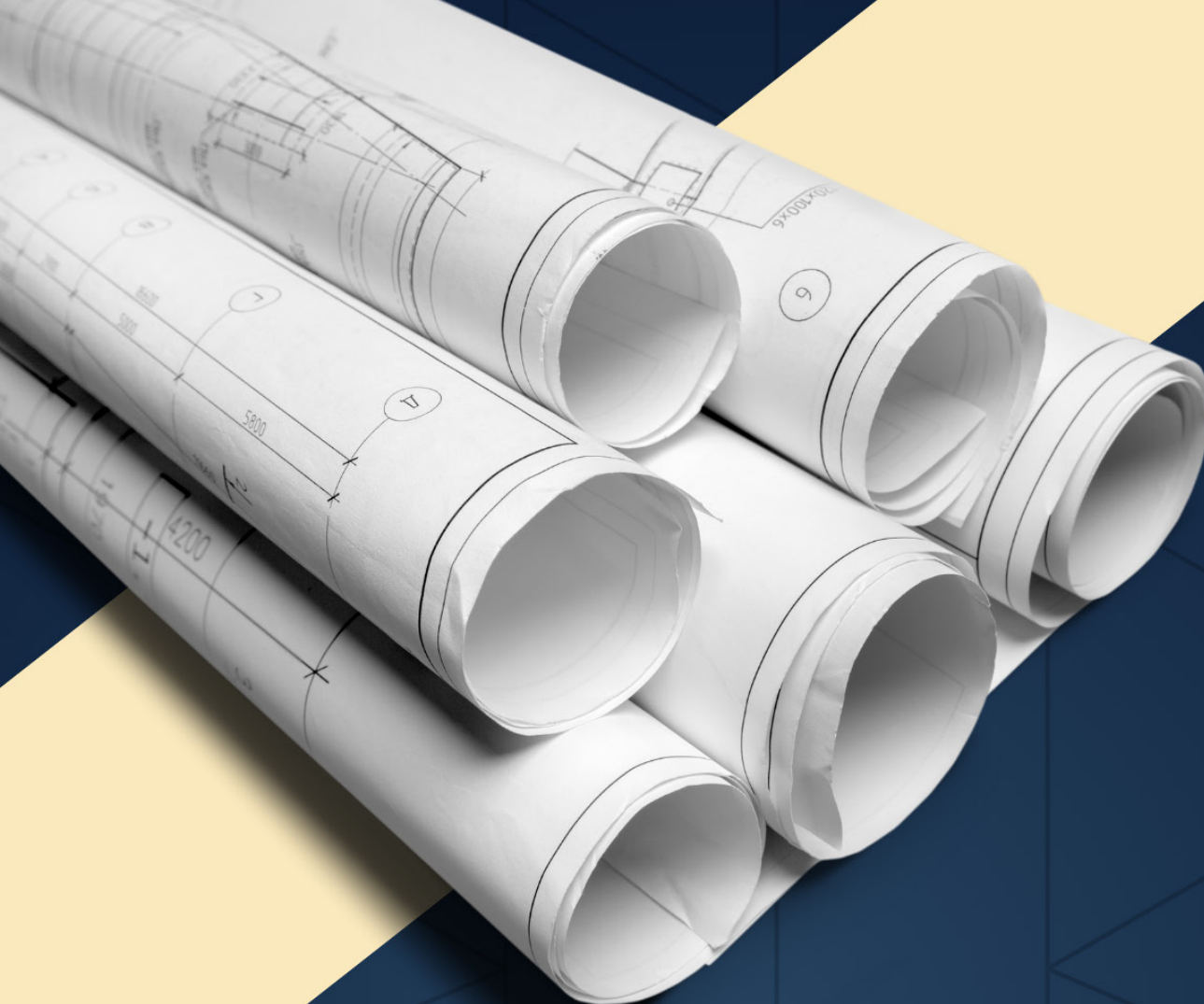
PERES, Roberto. **Materiais de Qualidade e Uso de Tecnologias Avançadas na Construção Civil**. Porto Alegre: Globo Livros, 2021.

RIBEIRO, Luana. **Infiltrações na Alvenaria: Causas, Consequências e Soluções**. Curitiba: Editora Rocco, 2021.

RODRIGUES, Fabiana. **O Papel dos Materiais Adequados na Prevenção de Rachaduras na Alvenaria**. Belém: Aleph, 2018.

SOUZA, Marcelo. **Abordagem Abrangente sobre Rachaduras, Fissuras e Trincas na Construção Civil**. Florianópolis: Suma, 2020.

THOMAZ, Ercio. **Impacto das Rachaduras na Estrutura e Acabamento das Edificações**. Rio de Janeiro: Darkside Books, 2017.



24

PATOLOGIAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL

PATHOLOGIES IN FLEXIBLE PAVEMENT

Marcus Vinnícius Araújo Lima

Resumo

Este trabalho abordará o pavimento flexível, uma estrutura de múltiplas camadas composta por materiais de diferentes resistências e deformabilidades, que trabalham em conjunto quando submetidos ao tráfego. O estudo das patologias do pavimento flexível é crucial para a manutenção e a longevidade das estradas. As patologias comuns incluem trincas, deformações e desagregações, que podem ser causadas por uma variedade de fatores, como falhas no projeto, na execução ou na manutenção. Além disso, condições ambientais adversas e sobrecarga de tráfego também podem levar a danos no pavimento.

Palavras-chave: Pavimento, patologias, defeitos, asfalto, materiais.

Abstract

This work will address flexible pavement, a multi-layer structure composed of materials of different resistance and deformability, which work together when subjected to traffic. The study of flexible pavement pathologies is crucial for the maintenance and longevity of roads. Common pathologies include cracks, deformations and disintegration, which can be caused by a variety of factors, such as design, execution or maintenance flaws. Additionally, adverse environmental conditions and traffic overload can also lead to pavement damage.

Keywords: Pavement, pathologies, defects, asphalt, materials.

1. INTRODUÇÃO

Grande parte das rodovias são revestidas com pavimento flexível, e assim como toda estrutura necessita de manutenção, com este tipo de revestimento não seria diferente. O pavimento flexível é um tipo de revestimento asfáltico que pode apresentar diversos tipos de patologias. Estas patologias podem ser classificadas como defeitos de superfície, degradações superficiais e deformações.

A norma DNIT 005/2003 define, classifica e padroniza as patologias nos pavimentos rodoviários flexíveis e semirrígidos no Brasil. As patologias do pavimento flexível compreendem fendas, escorregamentos, exsudações, desgastes ou desagregações, panelas ou buracos, afundamentos, ondulações ou corrugações e remendos.

Apesar da qualidade e eficiência, esse tipo de revestimento necessita de uma manutenção maior em relação ao pavimento rígido, suas patologias podem ser causadas por diversos fatores e, para preveni-las, é importante assegurar uma correta execução e garantir uma manutenção periódica.

O objetivo deste estudo é analisar as principais patologias do pavimento flexível, que são as deformações e deteriorações que ocorrem na superfície asfáltica devido a fatores como o tráfego, o clima e o envelhecimento dos materiais. As patologias do pavimento flexível podem comprometer a segurança, o conforto e a economia dos usuários, além de causar impactos ambientais negativos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O método utilizado no presente trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica, fazendo uma abordagem qualitativa e descritiva sobre o tema. Teve como base de pesquisa a revisão de materiais já publicados sobre o assunto, como livros, PDF's, documentos, artigos científicos e sites na internet, publicados ao longo de 20 anos, proporcionando uma visão ampla sobre o tema.

As palavras-chave utilizadas foram: pavimento flexível, patologias, asfalto, materiais, soluções, recuperação.

2.2 Resultados e Discussão

O objetivo principal do pavimento flexível é proporcionar um deslocamento confortável e seguro para os usuários. No entanto, as patologias que esse tipo de pavimento pode apresentar comprometem tanto o conforto quanto a segurança dos usuários. É de suma importância que a execução do pavimento seja realizada corretamente, seguindo todas as especificações técnicas e padrões de qualidade. Além disso, a manutenção posterior é crucial para garantir a longevidade do pavimento e prevenir o surgimento de patologias. A manutenção adequada não só melhora a experiência de condução, mas também contribui para a segurança rodoviária. Por tanto, a correta execução e a manutenção regular do pavimento flexível são essenciais para atingir seu objetivo principal.

2.2.1 O Pavimento

O pavimento classifica-se tradicionalmente em dois tipos: rígido e flexível. É uma estrutura com diversas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2006).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, um pavimento é definido como uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos, a melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança e a resistir aos esforços horizontais tornando mais durável a superfície e rolamento.

Segundo Balbo (2007), o objetivo da pavimentação é propiciar um tráfego confortável e seguro, com estruturas e materiais capazes de suportar os esforços decorrentes da ação do tráfego combinados com as condições climáticas, a um mínimo custo, buscando, sempre que possível, o aproveitamento de materiais locais para as obras, garantindo um bom desempenho em termos de custos operacionais e de manutenção ao longo dos anos.

2.2.2 O Pavimento Flexível

Segundo Bernucci et al., (2006), o pavimento flexível, também chamado de pavimento asfáltico, é composto basicamente por uma mistura constituída de agregados e ligantes asfálticos, sua estrutura é constituída por quatro camadas essenciais: revestimento as-



fáltico, base, sub-base e reforço do subleito.

De acordo com o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), o Subleito trata-se do terreno de fundação do pavimento; a Regularização é a camada posta sobre o leito, destinada a conformá-lo transversal e longitudinalmente de acordo com as especificações; a regularização não constitui, em si, uma camada do pavimento, sendo, a rigor, um procedimento que pode ser reduzido em corte do leito implantado ou em sobreposição a este, de camada com espessura variável; o Reforço do Subleito trata-se de uma camada de espessura uniforme, colocada por razões técnicas e econômicas, acima da camada de regularização. Embora as características geotécnicas desta camada sejam inferiores ao material usado na camada superior, elas são superiores ao material do subleito; a Sub-base é a camada que complementa a base, aplicada quando, por razões técnicas e econômicas, não for recomendável construir a base diretamente sobre a regularização; a Base é a camada responsável por resistir e distribuir os esforços provenientes do tráfego e sobre a qual é construído o revestimento; o Revestimento é a camada superior que entra em contato direto com o tráfego, destinado a resistir ao desgaste e proporcionar um deslocamento suave e seguro.

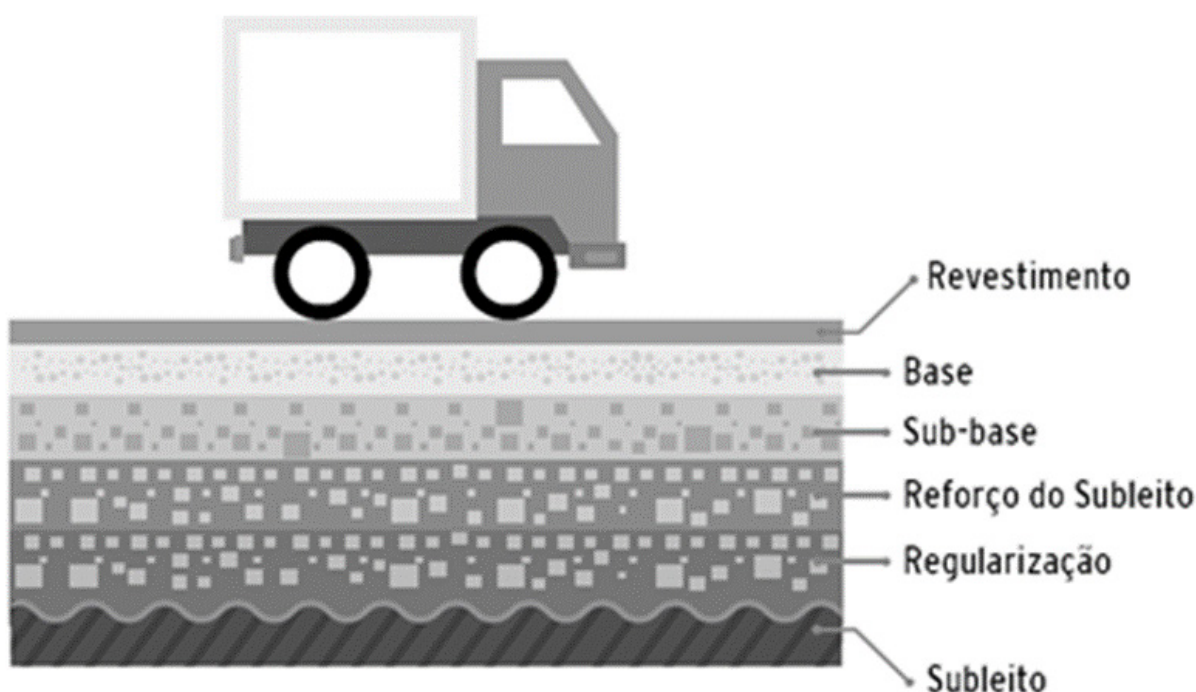


Figura 1. Esquema transversal das principais camadas do pavimento flexível Fonte: CNT (2017)

Conforme Bernucci *et al.* (2006), pode-se ter ausência de algumas camadas, a depender do tráfego e dos materiais disponíveis.

2.2.3 Principais Patologias do Pavimento Flexível

As patologias do pavimento flexível referem-se a uma variedade de defeitos que podem ocorrer na superfície do pavimento devido a uma série de fatores. Estes podem incluir danos causados pelo tráfego, condições climáticas adversas, má qualidade dos materiais utilizados, técnicas de construção inadequadas, entre outros, essas patologias podem ser classificadas como patologias funcionais, ou estruturais. A identificação e o tratamento adequado dessas patologias são essenciais para manter a qualidade e a durabilidade do pavimento.

De acordo com o DNIT (005/2003), podemos citar que as patologias mais encontradas nos pavimentos flexíveis são: fissuras, trincas (trinca isolada transversal, trinca isolada longitudinal, trinca interligada tipo couro de jacaré, trinca interligada tipo bloco), ondulação, escorregamento, exsudação, panela, desgastes e afundamento de trilha de roda.

Fissuras: Uma rachadura de largura capilar no revestimento, que pode estar disposta longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente em relação ao eixo da via, só é visível a olho nu a uma distância menor que 1,50 m. sua extensão é inferior a 30 cm, CNT (2018).



Figura 2. Fissuras no pavimento flexível Fonte: SindEtrans (2018)

Entre as principais causas deste tipo de patologia estão a má dosagem do asfalto, finos (ou material de enchimento) no revestimento; compactação excessiva ou em momento inadequado, CNT (2018).

Trincas: A trinca é facilmente visível a olho nu, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou interligada, DNIT (005/2003).

Trinca isolada transversal: apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via, DNIT (005/2003).



Figura 3. Trinca isolada transversal Fonte: DNIT (005/2003)

Entre as principais causas desse tipo de patologia estão a contração da capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada, CNT (2018).

Trinca isolada longitudinal: apresenta direção paralela ao eixo da via, DNIT (005/2003).



Figura 4. Trinca isolada longitudinal Fonte: SindEtrans (2018)

Entre as principais causas desse tipo de patologia estão a má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de circulação; recalque diferencial; contração de capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do revestimento asfáltico; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada, CNT (2018).

Trinca interligada tipo “couro de jacaré”: Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré, DNIT (005/2003).



Figura 5. Trinca interligada tipo “couro de jacaré” Fonte: DNIT (005/2003)

Entre as principais causas desse tipo de patologia estão o colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego; subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento; baixa capacidade de suporte do solo; envelhecimento do pavimento (fim da vida); asfalto duro ou quebradiço, CNT (2018).

Trinca interligada tipo “bloco”: Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, DNIT (005/2003).



Figura 6. Trinca interligada tipo “bloco” Fonte: SindEtrans (2018)

Entre as principais causas desse tipo de patologia estão contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas; baixa resistência à tração da mistura asfáltica, CNT (2018).

Ondulação: trata-se de uma deformação no pavimento, são corrugações que se manifestam de forma transversal no revestimento, DNIT (005/2003).



Figura 7. Ondulação no pavimento flexível Fonte: DNIT (005/2003)

Entre as principais causas desse tipo de patologia estão a falta de estabilidade da mistura asfáltica; excessiva umidade do solo subleito; contaminação da mistura asfáltica; falta de aeração das misturas líquidas de asfalto, CNT (2018).

Escorregamento: Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua, CNT (2018).



Figura 8. Escorregamento do pavimento flexível Fonte: Inova Civil (2019)

Esse tipo de patologia é causado principalmente por falhas construtivas e de pintura de ligação, CNT (2018).

Exsudação: quantidade excessiva de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.



Figura 9. Exsudação do pavimento flexível Fonte: Inova Civil (2019)

Entre as principais causas para este tipo de patologia estão a excessiva quantidade de ligante e o baixo conteúdo de vazios, CNT (2018).

Panela ou buraco: Cavidade que se forma no revestimento por diversos fatores, (até mesmo por falta de aderência entre camadas superpostas, ocasionando o deslocamento das camadas), podendo chegar nas camadas inferiores do pavimento, gerando a desagregação dessas camadas, DNIT (005/2003).



Figura 10. Panela ou Buraco no pavimento flexível Fonte: DNIT (005/2003)

Entre as principais causas para este tipo de patologia estão as trincas de fadiga (processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do fluxo ao longo do tempo); desintegração situada na superfície do pavimento; deficiência na compactação; alta umidade em camadas de solo; falha na imprimação, CNT (2018).

Desgastes: resultado do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo fluxo, DNIT (005/2003).



Figura 11. Desgaste do pavimento flexível Fonte: DNIT (005/2003)

Entre as principais causas para este tipo de pavimento estão problemas de adesividade de ligante-agregado; existência de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante; deficiência no teor de ligante; falhas de execução ou de projeto de misturas, CNT (2018).

Afundamento de trilha de roda: Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação, DNIT (005/2003).



Figura 12. Afundamento de trilha de roda no pavimento flexível Fonte: DNIT (005/2003)

Esta patologia pode ocorrer por falha de dosagem da mistura asfáltica, excesso de ligante asfáltico, tornando o asfalto muito flexível, falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante, CNT (2018).

Segundo Bernucci et al., (2006), devido a erros ou inadequações, esses defeitos podem aparecer até mesmo precocemente. Outro fator importante também é devido à utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries. Ademais, a dificuldade de prever o tráfego real que atuará no período do projeto influencia diretamente os erros de projeto, essa dificuldade advém da ausência de dados de tráfego local ou da falta de planejamento estratégico regional, o que leva ao desconhecimento das taxas de crescimento real.

2.2.4 O que pode ser feito para melhorar as condições do Pavimento Flexível

As soluções para as patologias do pavimento flexível são diversas e dependem da natureza e da extensão do dano. Algumas das soluções comuns incluem a selagem de trincas, a reciclagem in situ, a sobreposição de camadas e a reconstrução total do pavimento. Cada uma dessas soluções tem suas próprias vantagens e desvantagens, e a escolha da solução mais adequada depende de uma série de fatores, incluindo o tipo e a extensão do dano, o volume de tráfego, as condições climáticas e o orçamento disponível.

A manutenção periódica é de suma importância para a longevidade do pavimento flexível. Através de inspeções regulares e intervenções oportunas, é possível identificar e corrigir pequenos danos antes que se tornem grandes problemas. A manutenção periódica não só prolonga a vida útil do pavimento, mas também melhora a segurança e o conforto dos usuários da estrada.

A execução correta de uma obra com pavimento flexível é igualmente crucial. Isso inclui a preparação adequada do subleito, a escolha dos materiais certos, a observância das especificações de projeto e a implementação de boas práticas de construção. Uma execução inadequada pode levar a uma série de patologias, incluindo trincas, deformações e desagregações. Portanto, é essencial garantir que a obra seja realizada por profissionais

qualificados e experientes.

3. CONCLUSÃO

No presente artigo foi abordado as patologias do pavimento flexível, embora essas patologias possam ser um desafio, é importante lembrar que elas não diminuem o valor deste tipo de pavimento. As patologias, como trincas, deformações e desgastes, são comuns em qualquer tipo de construção e podem ser gerenciadas efetivamente com a execução correta e a manutenção adequada.

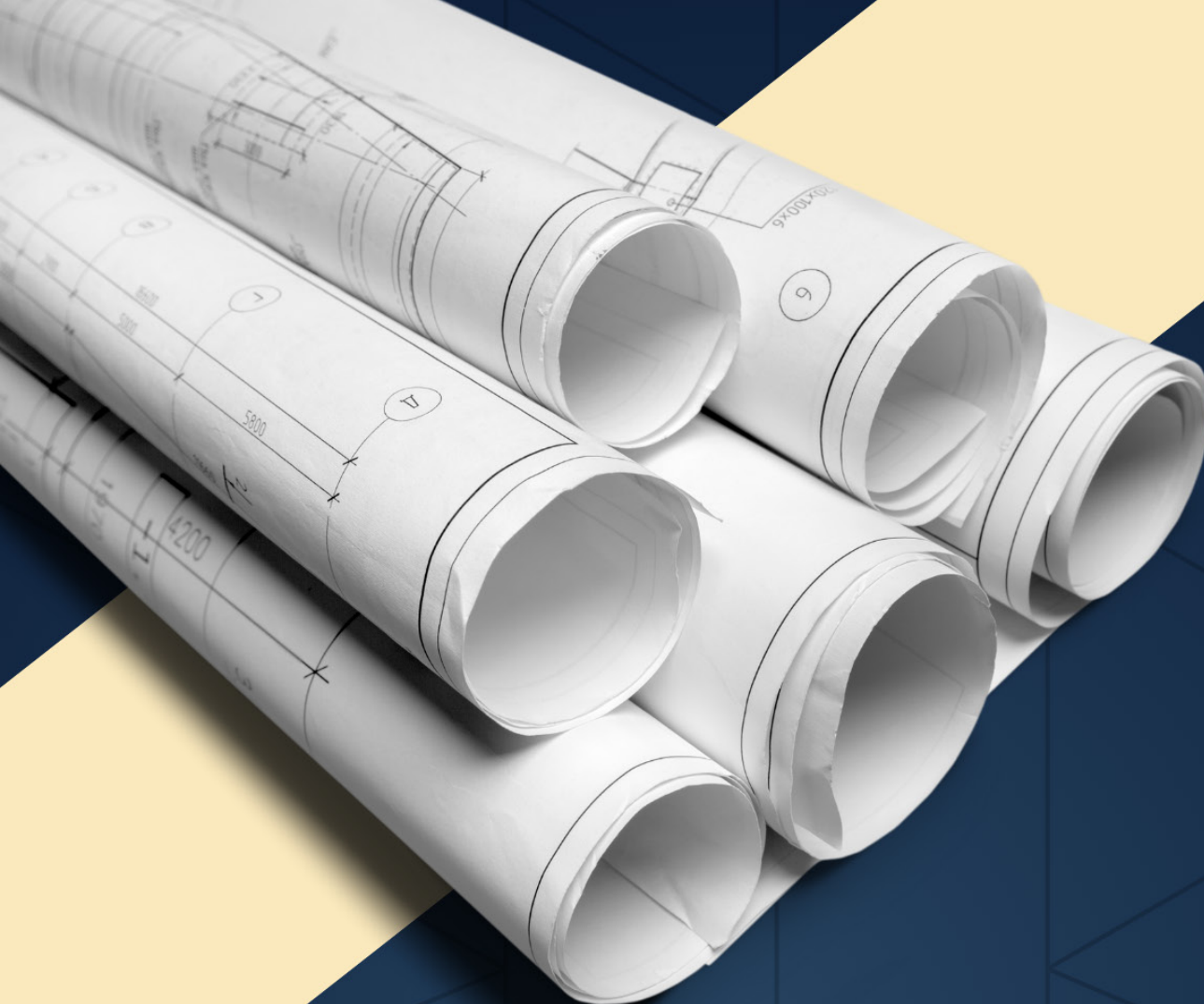
O pavimento flexível continua sendo uma excelente opção de revestimento devido à sua durabilidade, eficiência de custos e capacidade de suportar cargas pesadas. Quando executado corretamente, com a preparação adequada do solo, seleção de materiais de qualidade e técnicas de instalação apropriadas, o pavimento flexível pode oferecer um desempenho excepcional e uma vida útil longa.

Por fim, a manutenção periódica é fundamental para maximizar a vida útil do pavimento flexível. Através de inspeções regulares e intervenções oportunas, como selagem de trincas e recuperação de deformações, é possível preservar a integridade do pavimento e garantir sua funcionalidade a longo prazo. Portanto, apesar das patologias inerentes, o pavimento flexível, quando bem gerenciado, é uma opção de revestimento altamente eficaz e confiável.

Referências

- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto, e restauração**. Oficina de Textos, 2015.
- BRASIL. NORMA DNIT 005/2003 - TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrigidos**. Rio de Janeiro, Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de planejamento de pesquisa. Coordenação geral de estudos e pesquisa. Instituto de Pesquisas 112 rodoviárias, 2003.
- Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ., 719). Acesso em: 01 set. 2023.
- CNT - Conferência nacional do Transporte. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento> Acesso em: 03 set. 2023.
- Inova Civil. As Patologias mais Comuns nas Estradas. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas/> Acesso em: 01 set 2023.
- Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros / Liedi Bariani Bernucci... [et al.]. – Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.
- SindEtrans - Sindicato das Empresas de Transporte de Cargas de Ribeirão Preto e Região. Conheça os 13 Principais Defeitos do Pavimento das Rodovias. Disponível em: <https://www.sindetransrp.com/noticias/conheca-os-13-principais-defeitos-do-pavimento-das/> Acesso em 03 set. 2023.





25

ORÇAMENTOS PARAMÉTRICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO INSTRUMENTO PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS

**PARAMETRIC BUDGETS IN CIVIL CONSTRUCTION AS A
TOOL FOR COST ESTIMATION**

Ronildo Fonseca dos Santos

Resumo

Com o progresso da engenharia civil, nota-se o avanço no desenvolvimento das construções, portanto surgiu a necessidade de calcular os itens monetários envolvidos na construção civil para estimar os custos como materiais, mão de obra, equipamentos, custos de mobilização e desmobilização do canteiro de obras e administração local, sendo esses caracterizados como custos diretos e estimar despesas indiretas, como energia elétrica e materiais da administração local, por exemplo, para cada empreendimento. Dessa forma, cada empresa pode ter seu próprio projeto, processos e adotar a metodologia de estimativa paramétrica que atenda suas necessidades, podendo criar seus próprios parâmetros e direcionadores de custos com base em seus dados históricos de execução. Além disso, os orçamentos paramétricos na construção civil apresentam metodologias distintas que são determinadas pelos métodos de aferição de informações referentes a localização do empreendimento em análise. Este trabalho tem por objetivo conhecer a importância das fases de estudo preliminar e estimativa de custos de um projeto. A metodologia utilizada para análise dessa realidade foi um estudo bibliográfico com método descritivo, através de artigos, revistas online, bancos de dados, dentre outros, envolvendo a temática discutida. Conclui-se o orçamento é um segmento complementar no conjunto de elementos na preparação do trabalho e da fiscalização de uma empresa e tem a finalidade de calcular e identificar antecipado o planejamento, projeto e as táticas da organização.

Palavras-chave: Construção Civil; Orçamento; Planejamento; Custos; Modelos Paramétricos.

Abstract

With the progress of civil engineering, there has been an advancement in the development of construction methods. As a result, there is a need to calculate the monetary items involved in construction to estimate costs such as materials, labor, equipment, mobilization and demobilization costs of the construction site, and local administration costs, which are characterized as direct costs, and to estimate indirect expenses such as electricity and materials from local administration for each project. Therefore, each company can have its own project, processes, and adopt the parametric estimation methodology that meets its needs, being able to create its own parameters and cost drivers based on its historical execution data. In addition, parametric budgets in construction have distinct methodologies that are determined by the methods of information gathering regarding the location of the project under analysis. The aim of this work is to understand the importance of the preliminary study and cost estimation phases of a project. The methodology used for analyzing this reality was a bibliographic study with a descriptive method, through articles, online magazines, databases, among others, involving the discussed theme. It is concluded that the budget is a complementary segment in the set of elements in the preparation of work and inspection of a company and has the purpose of calculating and identifying the planning, project, and tactics of the organization.

Keywords: Construction; Budget; Planning; Costs; Parametric Models.



1. INTRODUÇÃO

O orçamento paramétrico de custos é aplicado na fase de estimativa de custos de um empreendimento, ele é executado com base em custos históricos, índices, gráficos, estudos de ordens de grandeza, correlações ou comparação com projetos similares. Entende-se que esta técnica deve ser elaborada como parte da sequência lógica das etapas que compõem o desenvolvimento de uma obra, precedido de estudos preliminares, programa de necessidades e estudo de viabilidade.

Dessa forma, cada empresa pode ter seu próprio projeto, processos e adotar a metodologia de estimativa paramétrica que atenda suas necessidades, podendo criar seus próprios parâmetros e direcionadores de custos com base em seus dados históricos de execução. Uma justificativa primária para o uso de parâmetros é a redução dos custos na fase de estimação e negociação.

Além disso, os orçamentos paramétricos na construção civil apresentam metodologias distintas que são determinadas pelos métodos de aferição de informações referentes a localização do empreendimento em análise, habitação, acabamento e custo dos insumos, esse orçamento poder ser desenvolvido por metodologia expedita ou por metodologia paramétrica, desse modo, cada metodologia possui parâmetros específicos com a atribuição de estimar o custo final de uma determinada obra.

Existem no Brasil 4 índices de larga abrangência para estimar preços na construção civil: SINAPI, CUB, INCC e CUPE. Esses índices possuem metodologias distintas de aferição dos custos dos insumos e modelos de execução próprios na busca de estimar o valor global de um empreendimento. Desta forma, qual a importância da utilização desses índices para a estimação de custos na construção civil?

A presente pesquisa bibliográfica objetivou conhecer a importância das fases de estudo preliminar e estimativa de custos de um projeto. O propósito do trabalho será alcançado por meio dos seguintes objetivos específicos apresentar a definição e as classificações das estimativas de custo na construção civil, discorrer sobre o conceito de modelo paramétrico de custo, descrever quais são os critérios e metodologias na utilização dos índices SINAPI, CUB, CUPE E INCC no processo de estimação de custo na construção civil como meio para estimar o preço global de uma obra.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2013 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 10 anos, na língua portuguesa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Orçamento na construção civil

De acordo com Hekis *et al.* (2013) o cenário brasileiro da construção civil possui forte competitividade, o que afeta o ambiente interno das organizações, fazendo com que as

empresas busquem excelência por meio de gestão da informação, do conhecimento e da qualidade.

Segundo Cardoso (2019), orçamento é um documento valioso em qualquer estudo preliminar ou de viabilidade. É a determinação dos gastos necessários em uma obra iniciada sem a definição do seu custo, ou sem o seu provisionamento adequado dos recursos necessários, pode resultar numa obra inacabada.

Tisaka (2013) afirma que o orçamento, no início da elaboração, deve conter os serviços da obra que compreende o levantamento dos quantitativos físicos do projeto e custos da unidade de cada serviço, das leis sociais e encargos que podem ser apresentados em planilhas. Para Cardoso (2019) o orçamento é um documento técnico que faz parte dos contratos no qual o auditor tem acesso às variadas informações dos projetos de arquitetura e de engenharia, podendo haver diversas confrontações de documentos.

Marchiori (2019) destaca que a classificação dos orçamentos, não existe uma definição que seja de consenso entre os autores. Há autores que dividem o orçamento de acordo com as fases do projeto (estimativas de custo e orçamento propriamente dito), há os que preferem enxergá-lo de acordo com o formato em que os relatórios serão apresentados (sintético e analítico), há os que separam em níveis de detalhamento a serem alcançados (orçamento convencional e operacional), dentre outras divisões.

O Instituto de Engenharia (2017) explica que o custo está relacionado a avaliação obtida durante a pesquisa de preço no mercado, logo após analisar dados apresentados da ideia do projeto com relação à área construída, serviço que serão executados e quantidade de materiais.

Para Mattos (2019), a hipótese de custo é destinada pela avaliação que foi realizada com os dados dos custos históricos e feita comparação com outros projetos semelhantes. Essa estimativa é feita através de indicativos genéricos, números que servem como na primeira abordagem do custo da obra.

O Instituto de Engenharia (2017) reafirma que esta avaliação corresponde ao desenvolvimento do orçamento do serviço, portanto, confere a avaliação dos custos adquiridos através de provas de dados preliminares com base no anteprojeto de engenharia ou estimados por meio de direcionadores de custos, e custos de serviços tomados em tabelas referenciais dando uma ideia de projetos-padrão para vários tipos de edificações com relação às áreas equivalentes à área de custo padrão privativas das unidades autônomas, padrão de acabamento das construções, números de pavimentos, número de dependências por unidade e número total de unidades.

Mattos (2019) explica que este orçamento faz um levantamento mais detalhado, onde requer pesquisa de preços das principais matérias-primas e serviços. Trabalha-se com maior número de indicadores, que caracteriza um aperfeiçoamento da estimativa inicial. Os indicadores geram um conjunto de pacotes menores de serviço, dando facilidade na análise de orçamento e sensibilidade dos preços.

Conforme descreve Tisaka (2013) representa a síntese do orçamento analítico através de etapas resumidas a serem realizadas com seus devidos preços para o orçamento da obra. Mattos (2019) cita ainda que consiste na cota de preços de mercado para várias matérias-primas da obra, que a coleta dessas informações deve ser cautelosa, levando em consideração algumas particularidades entre as compras e fornecedores.

Valentini (2019) estabelece que o orçamento analítico apresenta detalhe de todas as fases do empreendimento, resultando confiança dos preços apresentados. Deve se confiar que todos os objetivos e variáveis verificados por custo direto, indiretos e assim formar o

preço de venda.

Segundo Cordeiro (2017), na investigação para interpretar o projeto, é necessário consistir nos dados das instalações, estrutura, fundações relacionadas aos serviços que fazem parte do orçamento, adquirindo uma relação completa de informações.

Os custos são peças necessária na execução do orçamento e está composição exige um amplo conhecimento dos encargos sociais insumos e mão de obra. A principal tarefa do orçamentista é fazer um levantamento quantitativo dos serviços que consistem na obra e compreender a identificação de serviço (CORDEIRO, 2017).

Valentini (2019) explica que os custos diretos é o somatório de todos os custos, é onde encontram os serviços essenciais para a execução do empreendimento apresentando os custos unitários e insumos que podem ser identificados, quantificados e mensurados na planilha orçamentária da obra.

Segundo Mattos (2019) a melhor definição de custo indireto talvez seja uma definição por exclusão: custo indireto é todo custo que não aparece como mão de obra, material ou equipamento nas composições de custos unitários do orçamento, ou seja, é todo custo que não entrou no custo direto da obra, não integrando os serviços de campos orçados

De forma análoga à exigência de detalhamento dos custos unitários, há necessidade de se exigir dos licitantes o detalhamento da composição de Lucro e despesas Indiretas (LDI) e dos respectivos percentuais praticados. Tal necessidade surge não só para realização de crítica dos componentes considerados pelos licitantes, mas também a formação de uma memória de valores que permita à Administração pública, considerando as peculiaridades de cada obra e empresa, realizar orçamentos com precisão cada vez maior (BAETA, 2013).

Dias (2013) destaca que diante da curva ABC apresenta a lista de itens importantes para o orçamento que possa parecer mais próximo do resultado do custo final. É considerável o correto índice de preços, junto com as especificações que possam negociar os preços. É preciso adquirir três fornecedores no mínimo, pois quando os valores apresentarem contradição é provável uma nova coleta de preços. O orçamento estimativo é uma da maneira que se obtém através do custo unitário de m² o valor elaborado e preparado através da revisão técnica. Custo representa um padrão específico, onde o cálculo feito da área equivale conforme os itens principais da construção, calculando dados histórico e atuais da obra anterior.

Dias (2013) explica que o custo é uma aproximação real que poderá ser apresentado logo após o final da obra e for em base dos controles de ocupação executada e acrescenta os mesmos índices estimados.

As relações paramétricas de custo estão ligadas diretamente ao produto final através de um direcionador de custo. As estimativas paramétricas utilizam técnicas que estabelecem seus principais direcionadores, os que representam consideravelmente o custo final do empreendimento. Estes parâmetros são características moldáveis do produto presente no escopo geral do projeto ou planejamento e possuem efeito predominante sobre o conjunto de custo, desse modo, que assim utilizam-se importantes características que possuem o impacto mais significativo sobre o produto em estudo (OTERO, 2015).

2.2 Uso de modelos paramétricos em estimativas de custos modelo para construção

O cálculo de gastos é uma das fundamentais funções associadas a gestão de produção dentro do domínio da construção civil, sendo a base nesse cálculo que se determina uma grande parte dos dados empregados dentro da organização e comando da obra (MIHAL; SULER, 2013).

De acordo com Otero (2015) define o Modelo Paramétrico de Custo origina-se a partir da desintegração da perda global da construção e da explicação de Relações Paramétricas de Custo, ou, em inglês, Cost Estimating Relations (CER's), determinando uma associação entres estes componentes de gastos e alguma variante na qualidade do projeto.

De modo característico, United States of America (2013) conceitua as Relações Paramétricas de Custo como variáveis particulares, a um ou mais padrões técnicos do produto, sendo fatores variáveis que não dependem do padrão chamado na direção do gasto. O cálculo paramétrico do gasto é tal que usa ligação de aproximação de custo e algoritmos exatos ou preciso de maneira a conseguir o cálculo de gastos.

Otero (2015) explica que o ponto relevante é fundamental na ligação de gastos em uma realidade clara da relação entre gasto e parâmetro ativo do produto que encerra um orientador de gastos. Técnicas paramétricas salientam os fundamentais orientadores, não em particularidades vigentes no procedimento.

Tais parâmetros são considerados controláveis do produto atual em seu planejamento contêm segmento dominante sobre o conjunto de custo, sendo que assim realiza poucas qualidades essenciais que compreendem o problema considerável sobre o produto em análise. Uma condição necessária para a compreensão de uma variante não contábil nas ligações paramétricas de gasto é que esta seja um motivo considerável sobre o gasto do lucro ou parte dele.

De acordo United States of America (2013), na criação de uma relação paramétrica de custo o momento iniciativo ser conhecido é a investigação de uma possibilidade sobre uma ligação exata entre as variantes representativas do projeto, portanto, alguns analistas concordam que possibilidade vem anteriormente, então se produz a base de informações para uma consideração.

Muitos gastos podem estar ligados com outras variantes contábeis ou não de certa forma, nem todas as ligações parecem ser alteradas com o vínculo paramétrico, e essa ligação do custo paramétrico deve ter suas propriedades elementares: primeiro mostrar alguma união lógica variante essencial e o gasto a ser alcançado; o segundo, deve-se atingir um potente alinhamento de cálculo e espaço de segurança entre o gasto e o componente fundamental.

Uma fase muito informal na criação e aproveitamento de ligações paramétricas de gastos é uma investigação de informações. Os dados relacionados aos gastos e momentos de trabalho são solicitados como suporte para aproximação paramétrica de gastos, sendo que tais informações devem ter obrigação com os sistemas e termos contábeis (UNITED STATES OF AMERICA, 2013).

Losso (2018) menciona que um dos movimentos que adquirem o maior período e gasto para a criação da CER's, estando com liberdade de informações, principalmente no ramo da construção, é pequena. A ideia nesta verificação de dados é a circunstância que a organização adquira seus relativos indicações de forma a poder ter maior autoridade e confiança sobre as variantes dominam seus gastos. Os problemas em avaliar gastos de

planejamento em que os dados à disposição são poucos, então é necessário avaliar estes dados no período de sua aplicação que inserem como causa dominante na procura de maior acerto de sua aplicação.

Todavia, encontra-se muito mais habitual a aplicação de razões externas de informações, contendo dados estabelecidos de vários ambientes, outras organizações, documentos públicos. Tais fontes, ainda que por serem satisfatória, apresentam vários danos; a situação do recurso do processo aplicado para aplicação de informações (TRAJANO, 2015).

Os produtos do setor de construção podem ser analisados como combinações de categorias conhecidas de diferentes componentes, sendo que o projeto de um edifício representa apenas uma das combinações possíveis. Diante disso, determinadas edificações podem ser reunidas em conjuntos nos quais se aponta uma extrema similaridade entre as opções adotadas, levando à existência de um padrão ou pequenas variações sobre este padrão. Sendo assim, mesmo relacionando-se com diferentes empresas e arquitetos, tais edificações poderiam ser consideradas dentro de um mesmo estereótipo, com as opções diferentes dentro deste universo apresentando-se em um número relativamente pequeno (OTERO, 2015).

Mesmo sendo a heterogeneidade - considerando os materiais e profissionais envolvidos em cada empreendimento - uma das principais características dos produtos da construção civil, existe a possibilidade de tipificação destes conjuntos com o estabelecimento de determinados índices que representam sua distribuição geométrica e de elementos funcionais, viabilizando desta maneira estimativa de custos por características geométricas (LOSSO, 2018).

Como a economia na construção de edificações pode ser obtida na fase de concepção, ou seja, na fase de anteprojeto e projeto, por meio de procedimentos simples e racionais como a organização racional do espaço, o dimensionamento rigoroso de seus componentes, o estudo da disposição de seus compartimentos e a observância de regras geométricas (ROSSO, 2013; MASCARÓ, 2014).

Ainda conforme Rosso (2013), a racionalização do projeto é realizada através da interação, visando compatibilizar o custo e a qualidade. Nesse processo o arquiteto não pode utilizar apenas valores monetários obtidos por meio de orçamentos. As decisões arquitetônicas envolvem diversos aspectos e enfoques, tais como a estética, a funcionalidade, a durabilidade, o conforto ambiental, as técnicas construtivas e a forma, entretanto, existe apenas um fator comum capaz de equilibrar os benefícios que cada um promove o custo.

Para Mascaró (2014), os produtos são reavaliados sob diversos pontos de vista, tornando-se indispensável analisar os aspectos econômicos das decisões arquitetônicas, bem como sua influência no custo do produto final. Sob o ponto de vista econômico, a construção de edifícios é a síntese das decisões adotadas sobre materiais, técnicas construtivas empregadas e expressões formais que os profissionais do setor adotam, com o objetivo de melhorar a qualidade e diminuir o custo.

2.3 Sistemas para orçamentação na Construção Civil

A engenharia de custos no período dos anos cresceu de várias maneiras para se definir o cálculo do gasto de construção em obras civis, mas a finalidade maior de cada procedimento é simples, ou seja, definir o cálculo de aproximação de baixo custo de construção para o planejamento a ser definido. Esse cálculo é preciso ser realizado na parte inicial do projeto, onde são propostos vários pontos de decisões a serem empregados (MENDES et

al., 2016).

O procedimento mais empregado para o orçamento seja em obra pública ou particular é oferecido no decorrer de gastos unitários diretos deduções por planejamento e gastos indiretos característicos para o projeto. Para uma investigação evidente, são aplicados os métodos de aproximação, como o cálculo da extensão correspondente ao total e o CUB/m² (SILVA, 2016).

De acordo com Pini (2013) os gastos unitários são determinados mediante uma sequência de tabelas de custo padrão que ajudam na decisão de preços de maneira que a orçamentação praticada seja o mais aproximado com o mercado. E essas tabelas são feitas por representações quantitativas, generalizado e comum, que mostram os serviços exigidos para a elaboração da tarefa na construção, seus específicos grau de consumo, nas próprias unidades.

Mendes *et al.* (2016) os Movimentos de Custo Padrão (SINAPI, SICRO e PINI, entre outras) é um procedimento de criação de preços de obras tradicionais. A aplicação desse movimento requer definição de entendimento de Engenharia e conhecimento de construção, para apropriada os Parâmetros Técnicos e Representação das Contingências de Obra, precisam ser integradas nos procedimentos duradouros.

Estamos no mercado que diversas plataformas que são providenciadas para a ajuda na composição da orçamentação de obra. Todos eles precisam de engenheiros de orçamento consciente pela sua aplicação tenha conhecimento no mercado e que se tenha informado quando as variantes de custo das matérias-primas de maneira com os movimentos citados. Alguns exemplos dessas plataformas são: OrçaFasio, ORSE, Arkisoft e Volare (SILVA, 2016).

De acordo a Norma Brasileira nº 12721/2016 o método paramétrico um cálculo similar, apropriado às iniciais, como pesquisa de possibilidade ou atendimento rápidos de clientes. Os cálculos unitários são adquiridos de obras anteriores ou de constituição que efetuam os números. Tendo como exemplo, o CUB (Custo Unitário Básico), que é elaborado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de cada região, onde o índice do gasto unitário de produção (ABNT, 2016).

O SINAPI foi criado e implantado em 1969 pelo BNH - Banco Nacional da Habitação, tendo como objetivo a produção, com abrangência nacional, de informações de custos e índices a serem utilizados pela construção civil. Inicialmente, o próprio BNH ficou com a responsabilidade da manutenção do Sistema quanto aos aspectos técnicos de engenharia - projetos, serviços, especificações e composições. Ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) foi delegada a tarefa de produzir séries mensais de preços de insumos: materiais de construção e salários da mão de obra. A partir de agosto de 1982, o IBGE teve sua participação ampliada passando a assumir também as funções de disponibilizar as séries de custos e índices para o setor (ALMEIDA, 2019).

Ainda Segundo Almeida (2019), em 1986, após a extinção do BNH, as atribuições de manutenção da base técnica de engenharia do Sistema foram assumidas pela CAIXA permanecendo com o IBGE as atribuições inicialmente previstas. Em 1994, após determinação do Conselho Curador do FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, para que a CAIXA uniformizasse, ao nível nacional, os procedimentos das áreas de engenharia, bem como implantasse um sistema de acompanhamento de custos que contemplasse empreendimentos da área de habitação, saneamento e infraestrutura urbana, com a participação de vários órgãos gestores de obras, o sistema foi ampliado e em 1997 foi implantado o módulo de orçamentação.



Silva (2016) o uso do SINAPI tornou-se obrigatório mediante determinação da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) de 2003, Lei n.º 10.524, de 25 de julho de 2002, que obrigava que ele passasse a ser adotado como referência oficial para aferição da razoabilidade dos custos das obras públicas executadas com recursos dos orçamentos da União. Essa obrigatoriedade foi mantida pelas LDOs subsequentes.

De acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora 12.721/2006 conceitua o Custo Unitário Básico como é determinado o custo por metragem quadrada de construção do planejamento modelo apontado, calculando de maneira com a norma definida, pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil, em suporte ao organizado no artigo 54 da Lei 4.591/64 e que serve de apoio para a análise de fase dos gastos da construção da obra.

Para o Sinduscon (2017) a finalidade necessária do CUB/m² é regularizar o mercado de materializações imobiliárias, atendendo como medida na definição dos gastos das edificações. Em atribuição do crédito do mencionado indicado, obtém durante o período dos 40 anos de vivência, a construção referente do CUB/m² também tem sido usada como índice macroeconômico dos gastos do ramo da construção civil.

Taves (2014) explana que o método de cálculo do CUB/m² é prático e autoriza a aquisição de índices muito referente. Os honorários, os preços dos insumos de construção, os gastos administrativos e os custos com locação de equipamentos são estudados mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção de todo o território. A pesquisa, de preferência, é efetuada junto a abastecedores da indústria, do comércio de atacado e varejo, de acordo com a NBR 12721 (ABNT, 2016) da Associação Brasileira Regulamentadora, explica que nos casos dos insumos de construção, a contribuição pode possivelmente ser capacitada com dados alcançados próximo aos fornecedores da indústria.

INCC – Índice Nacional de Custo da Construção é um indicador que tem o papel principal papel da variante dos gastos na construção civil. Essa tabela é preparada e declarada todos os meses pela instituição chamada Fundação Getúlio Vargas e tem a função de aprimorar crescimento dos gastos das construções residenciais. A quantidade unitária do CUB/m² é alterada mensalmente com suporte no INCC e é um dos números usados para a retificação dos documentos de compra de propriedades no período o de tempo do desempenho da obra (SILVA, 2016).

De acordo com Gonzáles (2018) a primeira fase da estimativa para inserir em cuidados efetuada pelo meio da extensão correspondente a obra. A extensão exata é aquele padrão em planta, prosseguindo um método próprio da norma, enquanto a extensão corresponde para obter em conta a parte do gasto em associação ao modelo geral da obra.

As organizações constituem em departamentos dedicados a conservar os gastos das obras em condição que foi destinado na probabilidade técnica que é aplicada inicialmente. Encontra-se uma extensão tática, em que o Engenheiro de Custos tem a função essencial, que se entrega especialmente a investigação, com combinação e levantamento das informações de quantidades dos projetos totais da obra. Com esses dados, a extensão de estoque da empresa tem a obrigação de agrupar e inserir o preço unitário habitual empregado no mercado (SILVA, 2016).

Baeta (2013) explica que logo após conclusão do orçamento pelas áreas citadas, é encaminhado para a identificação do grupo de obras, que precisará indicar na sua pesquisa provável de falhas, gastos conhecidos que não são conciliáveis com a atualidade do mercado e também indicar tarefas essenciais para aplicação dos projetos que não encaminhados pela área técnica.

Conforme Cordeiro (2017), explana que no período da elaboração da obra, o efetuado

e o comprar são auxiliados e auditados pela extensão de projeto. Dessa maneira, os erros que foram preparados no começo são de fato acontecimentos na obra, de acordo com as indicações que são capazes de reparar o caminho indicado para a construção retornar a concentrar no custo.

De acordo com Rossignolo (2015) a opção do procedimento a ser desenvolvida pela organização necessita da grandeza da empresa, da quantidade de funcionários no ponto de direção empregada. As organizações devem apenas ter cautelas de não dificultar demais a direção das obras, de maneira a não alterar o sistema em algo prolongado e artificial, evitando a conclusão da obra.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todos os argumentos apresentados, observa-se que o orçamento é um dos procedimentos operacionais mais importantes para o trabalho do engenheiro e em uma obra civil. Através dele é o que indica todo o serviço em uma incorporação de Engenharia de maneira geral. O conhecimento específico de cada elemento no cálculo aproximado do custo é importante para a atuação do profissional de engenharia, que irá desenvolver as planilhas e criar as definições que atribuem em uma construção civil.

No orçamento é estabelecido diretamente com as receitas, custos, despesas e investimentos e igualmente correlata os resultados calculados com os realmente foram realizados e basicamente preestabelece procedimentos a serem realizados. Por isso a ferramenta é considerada de decisão, por proporcionar aos gestores objetivos fixos e política real, e através deste método envolve todos os envolvidos na organização.

Observou-se que a elaboração do orçamento tem o apoio do planejamento tático da organização, e sua assistência sistematizada segue no comando para identificar os resultados adquiridos, comparando com os cálculos elaborados, observando os desvios e estabelecendo as determinações corretas e precisas. Elaborar uma estimativa eficiente é saber os custos para se ter uma noção de quanto desembolsara cada setor da organização, o lucro obtido, o serviço executado em fase da construção civil.

Levando em conta do que foi observado que existem diversos softwares que auxiliam no desenvolvimento do orçamento, mas isto não exige que o orçamentista não precise entender todo o procedimento de produção e dos elementos constantes do orçamento. A utilização do orçamento para construção do fluxo de caixa da obra também é essencial para o êxito da estimativa de cálculos. Desta forma, com a utilização dos softwares o responsável da construtora, pode analisar o que foi antecipado ou que não está gerando lucro.

Por fim, a partir de todos os argumentos traçados compreende-se que utilização dos modelos paramétricos de custo se apresente com imenso interesse, assumindo diferentes funções de técnicas tradicionais empregadas. Inclui com facilidade a aplicação, com uma minimização de prazos e recursos que necessitam do desenvolvimento do cálculo, um mínimo de falha esperada para os resultados.

Portanto, conclui-se que esta pesquisa atingiu os objetivos planejados, e contribuiu para esclarecer o procedimento para a realização do orçamento deve ser inteiramente associado ao projeto e o comando da produção e em todas as fases da obra num ambiente altamente dinâmico.

Portanto, o assunto deve ser constantemente atualizado e explorado, buscando a evolução contínua na elaboração do orçamento. Sugere-se que seja dada uma atenção especial à determinação do BDI, pois o mesmo representa o retorno do resultado da empresa.



Referências

- ALMEIDA, M. C. **SINAPI x ORSE: Análise comparativa entre o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil e o sistema adotado pelo Governo do Estado de Sergipe**. 2019. 32 f. Tese (Especialização em Auditoria Interna e Controle Governamental) – Instituto Serzedelo Corrêa do Tribunal de Contas da União, Brasília, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**. Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio. Rio de Janeiro, 2016.
- BAETA, A. P. **Orçamento e Controle de Preços de Obras Públicas**. 1.ed. São Paulo: PINI, 2013. 456 p.
- CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos**. São Paulo: Pini, 2019.
- CORDEIRO, F. R. F. S. **Orçamento e controle de custos na construção civil**. 2007. 65 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2017
- DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Preços de serviços de engenharia e arquitetura consultiva: empresas e profissionais**. 2 ed, Rio de Janeiro: Copiare, 2013.
- GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo – RS. 2018. 47f.
- HÉKIS, H. R.; AMARAL, M. S.; SOUZA, P. R.; QUEIROZ, F. C. B. P. Estratégia para crescimento através da gestão da qualidade alinhada com a gestão da informação e do conhecimento: Um estudo de caso em uma empresa do ramo da construção civil em Natal/ RN. **Revista Ingepro - Inovação, Gestão e Produção**. Santa Maria, v. 03, n. 1, p. 1-11. 2013
- INSTITUTO DE ENGENHARIA, **Norma técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil**, [s.l.] 2017 Disponível em: <<http://www.sinaenco.com.br/downloads/Norma.pdf>>. > (Acessado em 01 de setembro de 2023 às 14h10min).
- MASCARÓ, Juan Luis. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. 2 ed., Porto Alegre, 2014, 180p.
- MARCHIORI, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro**. 16ª ed., 2ª tiragem, São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2019
- MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo. Editora Oficina de Texto. 2019. 328 p.
- MENDES, A. N. M.; ICHIHARA, J. A.; BETINI, D. G.; COSTA JUNIOR, J. V. Planejamento, orçamento e custos de obra: Sisplo x Ms-Project. In: SIMPEP – SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2016. Bauru. **Anais...** Belém, 2016. p. 1-11.
- MIHAI, J. A.; SULER, M. V. C. **Concreto Estrutural Leve**. In: ISAIA, G. C. Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: Ibracon, 2013
- LOSSO, Iseu Reichmann. **Utilização das Características Geométricas da Edificação na Elaboração de Estimativas Preliminares de Custos: Estudo de Caso em uma Empresa de Construção**, Dissertação de Mestrado. Florianópolis (SC), Universidade Federal de Santa Catarina, 2018
- OTERO, Juliano Araújo. **Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativa de custos na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2015. 214p
- PINI. **TCPOweb**. Disponível em <tcpoweb.pini.com.br> (Acessado em 01.09.23)
- ROSSIGNOLO, J. A. **Orçamento na construção civil**. São Paulo, USP/ Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2015
- ROSSO, Teodoro. **Aspectos geométricos do custo das edificações**. Simpósio sobre barateamento da construção habitacional. Trabalho nº 83. Salvador, mar., 2013.
- SINDUSCON-MG - Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais. **Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos**. Belo Horizonte, 2017. 112p.
- SILVA, Eduardo Rosa. **Comparação de métodos de orçamentação de obras de construção civil**. 2016. 84 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel ao curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014

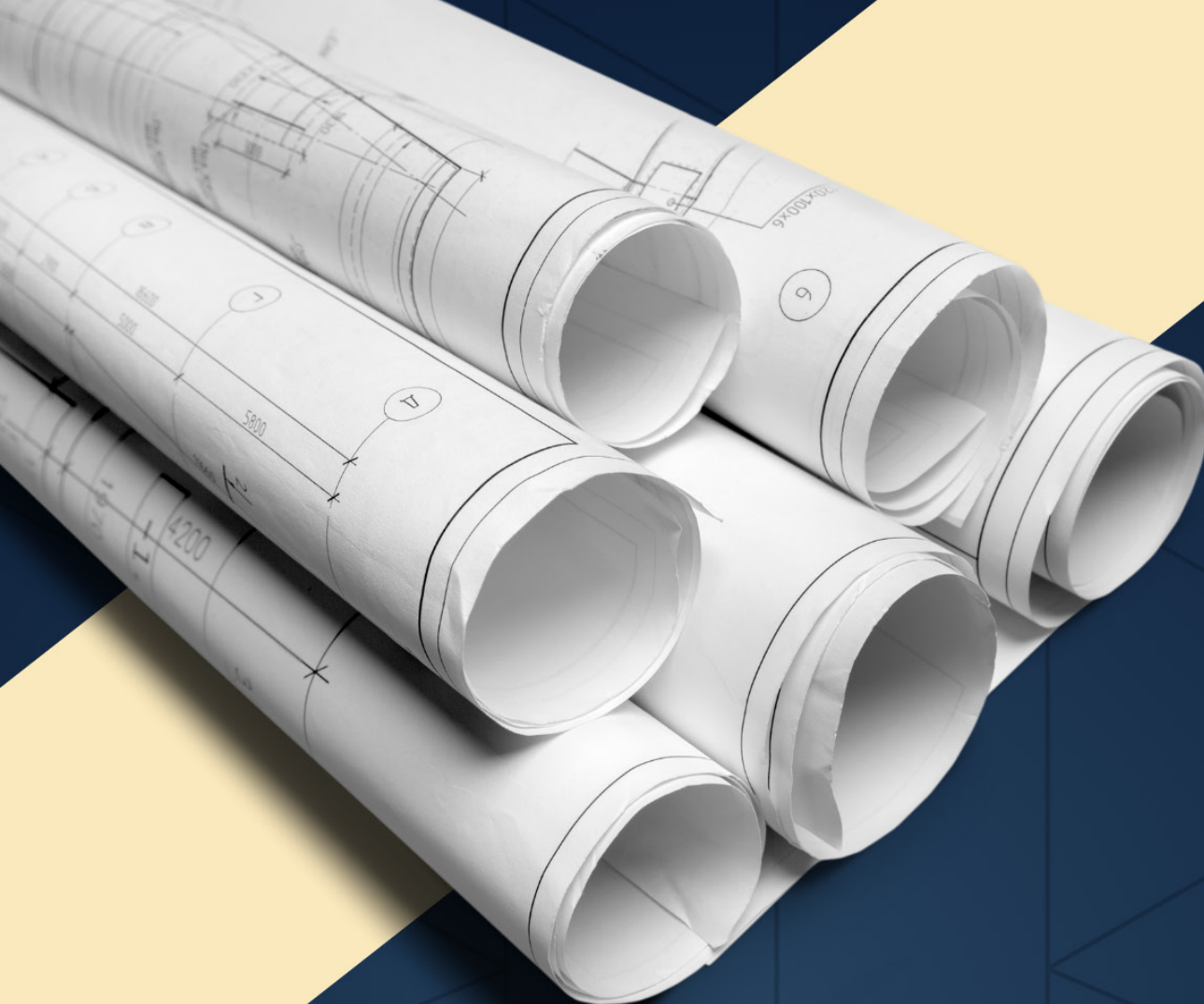
TRAJANO, Isar. Proposta de Sistema de Estimação do Custo de Edifícios Residenciais. In: VIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais**, vol. 1, ps. 499-502. São Carlos (SP), Universidade de São Paulo, 2015

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2013.

UNITED STATES OF AMERICA. **Department of Defense**. Parametric Cost Estimating Handbook. Disponível em <http://www.jxc.nasa.gov/bu2/PCEH/pceh.zip>. 2013. Acesso 01.09.23

VALENTINI, J. **Metodologia para elaboração de orçamento de obras civis**. 2009. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2019





26

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS: VANTAGENS DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS DO PMBOK

PLANNING AND CONTROL OF WORKS: ADVANTAGES OF APPLYING PMBOK PRINCIPLES, TOOLS AND TECHNIQUES

Thalyta Goncalves de Castro

Resumo

Este artigo tratado da metodologia de gerenciamento de projetos denominada de Project Management Body of Knowledge (PMBOK) aplicada na indústria da construção civil. O trabalho teve como objetivos discutir as vantagens de utilização do PMBOK® no planejamento e controle de obras e apresentar dos princípios, ferramentas e técnicas do PMBOK® utilizadas no planejamento e gerenciamento de obras. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que incluiu produções publicadas entre 2019 e 2023. O PMBOK® está associado como uma metodologia de gerenciamento de projetos, além de ser considerado um conjunto de melhores práticas que levam em consideração diferentes processos de desenvolvimento. Conclui-se que as metodologias de gerenciamento de projetos, como o PMBOK, ajudam a gerenciar um projeto de maneira eficaz, pois determinam a forma como os projetos são organizados, preparados, planejados, executados e concluídos. Assim o PMBOK leva os profissionais a pensar, planejar e agir com base no resultado, ou seja, gerenciar o projeto corretamente, alcançando o resultado final desejado.

Palavras-chave: PMBOK. Construção Civil. Gestão de Projetos.

Abstract

This article deals with the project management methodology called Project Management Body of Knowledge (PMBOK) applied in the construction industry. The objective of the work was to discuss the advantages of using PMBOK® in planning and controlling works and to present the principles, tools and techniques of PMBOK® used in planning and managing works. A bibliographical research was carried out, which included productions published between 2019 and 2023. PMBOK® is associated with a project management methodology, in addition to being considered a set of best practices that take into account different development processes. It is concluded that project management methodologies, such as PMBOK, help to manage a project effectively, as they determine the way in which projects are organized, prepared, planned, executed and completed. Thus, PMBOK leads professionals to think, plan and act based on the result, that is, managing the project correctly, achieving the desired final result.

Keywords: PMBOK. Construction. Project management.



1. INTRODUÇÃO

O desperdício de investimento, insumos e mão de obra sempre foram problemas que toda e qualquer indústria busca sempre evitar, visto que o bom emprego, adequação e planejamento da aplicação desses elementos são essenciais à obtenção de seu objetivo precípuo, isto é, o lucro. Na indústria da construção civil essa realidade não se faz diferente.

O planejamento de obras exige que sejam realizadas diversas atividades coligadas e que devem seguir uma sequência que favoreça seu encadeamento e consequente sucesso. Um roteiro de planejamento bem elaborado deve ser iniciado com a identificação das atividades à serem executadas e seguir até a geração do cronograma da obra. Nessa realidade, adotar boas técnicas para a gestão de projetos se tornou um insumo de alto valor, destacando ferramentas como o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK®).

A função do planejamento e gerenciamento de obras é complexa e constituída de diversas etapas, as quais devem ser planejadas e esquematizada, seguindo critérios técnicos que possibilitem um resultado satisfatório e dentro dos prazos e custo previstos. Por isso, compreender como o PMBOK® pode promover melhorias nessa função torna-se relevante, justificando a realização desse trabalho.

Diante das novas conformações e exigências da Construção 4.0, o processo de planejamento e controle na construção civil assume um patamar de componente vital nas empresas, visto que exerce grande influência na performance da produção, tanto na questão da produtividade, quanto no controle das perdas e aumento da qualidade dos empreendimentos. Desse modo, a questão direcionadora dessa pesquisa é: quais as vantagens da aplicação dos princípios, ferramentas e técnicas do Project Management Body of Knowledge (PMBOK) no planejamento e controle de obras na indústria construção civil?

Dessa forma, para buscar resolução dessa questão, foi definido como objetivo geral discutir as vantagens de utilização do PMBOK® no planejamento e controle de obras. Em se tratando dos objetivos específicos, tem-se: apresentar dos princípios, ferramentas e técnicas do PMBOK® utilizadas no planejamento e gerenciamento de obras.

2. METODOLOGIA

Foi adotado o método de revisão de literatura, com pesquisa pautada em livros de referência, artigos e diversos materiais de cunho científico referentes à temática e disponíveis em bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Foram realizadas pesquisa nas referidas bases de dados, no período de março a agosto de 2023, usando as palavras-chave: construção civil; planejamento e gerenciamento de obras; PMBOK. Foram definidos como critérios de inclusão a seleção de trabalhos publicados entre 2019 e 2023 e escritos em português. Foram excluídos os trabalhos que não atenderam aos critérios de inclusão.

3. PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK®)

A construção civil é uma das indústrias que vêm apresentando grandes mudanças nas últimas décadas. O mercado tem se apresentado cada vez mais competitivo devido

aos diversos fatores, como: a globalização dos mercados, a demanda por bens contemporâneos, o rápido desenvolvimento e emprego de tecnologias inovadoras, a maior exigência quanto à qualidade e a limitada disponibilidade de capital para investimento em iniciativas de construção. Mas para um resultado satisfatório quanto à gestão é preciso que seja realizado o planejamento e controle de obras (BERNARDES, 2021).

O mercado da construção civil é caracterizado por alta concorrência. As empresas oferecem produtos e, os serviços cada vez mais avançados. Para ter sucesso, precisam se esforçar muito para entregar rapidamente um produto de boa qualidade com o menor risco possível. Para tanto, são utilizadas diversas metodologias de gerenciamento de projetos (CARDOSO, 2020).

O planejamento e o gerenciamento exercem impacto positivo na produção, além de promover maior velocidade e flexibilidade dos fluxos e atividades, melhor adequação das respostas às demandas de um empreendimento, através de seu constante acompanhamento. Dessa forma são fundamentais dentro da indústria da construção civil, visto que propiciam como resultado o direcionamento das ações indispensáveis para obter um excelente diferencial competitivo no mercado (FERRAZ, 2019).

Tanto o planejamento quanto o controle são muito importantes para o sucesso dos produtos da construção civil, porém necessitam estar integrados entre si e entre as demais atividades buscando, desta forma, evitar desperdícios de materiais, de tempo e de força de trabalho, melhor dimensionamento, aplicação e aproveitamento dessa força de trabalho e consequente redução ou anulação de despesas desnecessárias (ARAÚJO; AVELINO; ARAÚJO, 2018).

O planejamento, consoante Bernardes (2021), pode ser realizado focando suas dimensões em diferentes níveis hierárquicos: horizontal e vertical. O nível horizontal diz respeito às etapas necessárias à efetivação do processo de planejamento e controle. Quanto à dimensão vertical, se refere à maneira como são difundidos os objetivos entre os distintos níveis gerenciais de uma empresa. Essa dimensão está dividida em três grandes níveis hierárquicos na gestão de processos, explanados no Quadro 1.

NÍVEL ESTRATÉGICO	NÍVEL TÁTICO	NÍVEL OPERACIONAL
Abrange toda a organização e todas as suas atividades, além das prioridades. Define objetivos do empreendimento a partir do perfil do cliente ou do mercado alvo: prazo da obra, fontes de financiamento etc. Define o escopo e as metas do empreendimento e o tempo necessário para alcançá-los.	Seleção e aquisição dos recursos e tecnologias necessárias: técnica construtiva, mão-de-obra, materiais e a elaboração de um plano geral para a utilização destes recursos.	Define minuciosamente das atividades que devem ser efetivadas, os recursos a serem aplicados e momento de execução, visando a maior produtividade em cada uma delas.

Quadro 1. Níveis hierárquicos na gestão de processos

Fonte: Adaptado de Bernardes (2021) e Cardoso (2020)

O planejamento é um processo que lança mão de técnicas científicas, objetivando ampliar a eficácia, a lógica e a segurança por meio de prognósticos, detalhamento, implementação, organização e gestão dos resultados, para obter o objetivo pretendido. De forma elementar, é possível concluir que o planejamento é uma iniciativa que se realiza antes de uma ação, ou seja, é tomar decisões antecipadamente visando atingir determinado ob-



jetivo. Uma empreiteira que utiliza o planejamento como ferramenta estratégica obtém muitas vantagens mercadológicas (ARAÚJO; AVELINO; ARAÚJO, 2018).

Bernardes (2021) aponta como motivos que determinam a realização do planejamento: facilitar que os envolvidos compreendam quais os reais objetivos do projeto; especificar todas as tarefas imprescindíveis para o alcance desses objetivos; nortear quais os processos básicos devem ser contemplados durante a orçamentação e a programação; definir uma chefia multifuncional e gerar informações que possam ser utilizadas nas tomadas de decisão.

Além disso, o planejamento torna possível analisar as situações vigentes que foram geradas por decisões anteriores e, pautados nessas informações é possível tomar decisões mais acertadas para empreendimentos posteriores, aperfeiçoando a performance da produção por meio da reflexão e apreciação de novos processos. Assim, podem ser gerados padrões para o acompanhamento, inspeção e controle de implemento da obra, utilizando as informações e as prática condensados na empresa, em especial nos patamares mais elevados (CARDOSO, 2020).

Nocêra (2019), de maneira mais simplificada, aponta quatro vantagens essenciais, em se tratando de alcance de resultados para as empresas: cumprimento do prazo de entrega do empreendimento; os custos respeitam o orçamento; a obra tem o resultado técnico conforme o exigido; e, em decorrências destes benefícios, há a consequente satisfação do cliente. Além destas vantagens, há outras, demonstradas no Quadro 2.

ALTA ADMINISTRAÇÃO	EQUIPE DE PROJETO	CLIENTE
Aumento da produção e da lucratividade, pelo uso competente e conveniente dos recursos;	Direcionamento de todos os membros da equipe quanto suas funções, prazos a cumprir e forma de execução das atividades;	Confiança na imagem e capacidade da empresa em executar e alterar, se solicitado pelo cliente, o projeto;
Menor tempo de retorno do investimento pelo cumprimento dos prazos e fidelidade ao custo programado;	Coesão, integração e convergência da equipe quanto ao compromisso com os escopos do projeto;	Credibilidade na clareza e no planejamento do projeto e adequação deste às suas necessidades;
Maior competitividade, devido à crescente satisfação da clientela;	Articulação de todos os membros das diversas equipes de trabalho com os demais membros e demais equipes, permitindo que cada um saiba agir seguindo o cronograma de execução das tarefas;	Acreditar no cumprimento das metas de prazos;
Maior facilidade e clareza na comunicação interna da empresa;	Autoconfiança e orgulho dos membros pela capacidade de execução do trabalho.	Acreditação no respeito da empresa aos requisitos do projeto;
Maior credibilidade na competência da gestão da organização;		Satisfação com o produto final do projeto e com os demais resultados alcançados.
Maior facilidade em atender as novas demandas e solicitações do cliente.		

Quadro 2. Vantagens da execução do planejamento da obra pela empresa

Fonte: Adaptado de Nocêra (2019)

Por outro lado, o gerenciamento de projetos é uma competência fundamental para qualquer empresa. A comunicação entre as pessoas, assim como a gestão de tarefas e o

desenvolvimento de produtos e serviços, requer o uso de ferramentas que agilizem esses processos, facilitem o trabalho em equipe e minimizem o risco de falhas. É nessas situações que os métodos de gerenciamento de projetos, como PMBOK®, são úteis (MACHADO, 2019).

Os investimentos em construção estão sujeitos a alto risco. O principal objetivo de tais projetos é sua implementação em tempo, escopo, orçamento e qualidade específicos. O gerenciamento eficaz do projeto pode minimizar o risco de atraso, estouro do orçamento, falha no escopo e baixa qualidade, que são interdependentes (SILVA, 2019).

Um projeto é um conjunto de atividades coordenadas realizadas em um momento específico, tendo um objetivo comum e sendo único. Para a sua execução é nomeada uma equipe de projeto adequada. Para ser bem-sucedido, requer um gerenciamento contínuo e altamente engajado, minimizando assim os riscos por meio do monitoramento constante do progresso e das ameaças. A complexidade do projeto torna necessário dividi-lo em várias atividades individuais que devem ser gerenciadas adequadamente (BORGES; PHILYPPIS JÚNIOR, 2019).

Para facilitar a gestão de todo o processo do projeto, são utilizadas várias metodologias de gestão de projetos. Estas são as regras que governam como realizar uma ação. Permitem uma melhor organização do trabalho, bem como da equipe do projeto, visto que são esquematizados para melhorar a comunicação entre os membros da equipe do projeto, definindo suas funções, responsabilidades e estágios do projeto. O gerenciamento adequado do projeto reduz os custos do projeto, amortizando o risco de falha. O aumento da eficiência e eficácia das equipes está condicionado a uma metodologia devidamente selecionada para um determinado tipo de projeto (RUSCHEL, 2023).

O padrão de gerenciamento de projetos PMBOK® foi desenvolvido pela organização internacional Project Management Institute (PMI) da Pensilvânia nos Estados Unidos, e tem como objetivo desenvolver padrões de gerenciamento de projetos, que permitem distinguir pessoas com um nível excepcional de conhecimento e habilidades neste campo, e realiza treinamentos em gerenciamento de projetos de acordo com o PMBOK® (MACHADO, 2019).

A metodologia PMI é um método clássico de gerenciamento de projetos denominado PMBOK®, o qual consiste em dividir o projeto em duas etapas: planejamento e implementação. É caracterizado pelo planejamento detalhado do trabalho, ou seja, estabelecimento de prazos, bem como a implementação do plano passo a passo. Nesse método, o ciclo de vida do projeto é dividido em cinco processos (RUSCHEL, 2023):

- a) iniciação: inclui todos os processos realizados para definir um novo projeto, preparação de dados necessários para obter o consentimento para a implementação de todo o projeto ou de uma determinada etapa do projeto;
- b) planejamento: determinar o escopo e os objetivos do projeto, bem como definir as ações necessárias para atingir o objetivo;
- c) execução: implementação dos requisitos de projeto;
- d) monitoramento: monitorar o andamento e a eficiência do trabalho e possíveis alterações no projeto; e,
- e) encerramento: a conclusão formal de um projeto ou de sua fase.

Estes, por sua vez, são divididos em subprocessos. O projeto é realizado metodicamente se nenhuma etapa foi omitida. O gerenciamento de projetos no padrão PMBOK® se resume a interações entre processos. Essa metodologia auxilia na gestão de custos. Ele



mostra como gerenciar, por isso é dirigido, no máximo, aos gerentes de projeto (MARÇAL; ALMEIDA, 2022).

Utilizando os conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas descritas no padrão PMBOK®, deve-se desenvolver uma metodologia para cada projeto, levando em consideração sua especificidade, a estratégia de atuação da organização e seus procedimentos. Devem ser estabelecidas datas individuais de início e término para os processos e atividades individuais de gestão que compõem o processo (SILVA, 2019).

Para minimizar os riscos e melhorar o controle de gestão, é recomendável estabelecer etapas do ciclo de vida do projeto. As seguintes etapas foram distinguidas no modelo de ciclo de vida de um projeto de construção: estudo de viabilidade, que inclui o desenvolvimento do conceito do projeto, bem como a preparação e aprovação da estratégia de implementação do projeto; planejamento e projeto; construção; instalação (RUSCHEL, 2023).

A metodologia PMBOK®, como qualquer método de gestão, é guiada por suas próprias regras e procedimentos e, até certo ponto, também por formalismos. Conhecê-los pelos membros da equipe do projeto é crucial para o gerenciamento eficiente do projeto. Um papel especial a esse respeito é desempenhado pelo gerente de projeto, que deve ter o conhecimento para gerenciar o projeto com eficiência, as funções de cada membro da equipe e ser capaz de desenvolver um padrão apropriado de trabalhar no projeto (FEITOSA et al., 2020).

Nesse sentido, o estudo de Silva, Rigonatto e Marques (2020) analisando a prática da gestão de projetos em obras de construção civil a fim de verificar a sua eficácia no planejamento e controle de obras, aplicou questionário voltado a engenheiros civis, cujos resultados mostraram que no centro de todo projeto de engenharia está a necessidade de reunir pessoas com diferentes competências e habilidades para desenvolver uma solução que atenda a todos os requisitos do projeto.

Harb (2021) buscou avaliar a situação de cinco empresas de pequeno porte da construção civil no que se refere ao gerenciamento de seus projetos, propondo melhorias a partir da aplicação de práticas e conceitos da gestão baseada no PMBOK®. Verificou que em nenhuma das empresas analisadas adotava uma abordagem que incluísse as diversas áreas de conhecimento do projeto, nem possuíam modelos adequados para integrar e coordenar os distintos elementos do projeto concomitantemente. Contudo, essas organizações têm interesse em conhecer mais sobre o método e diretrizes PMBOK®, e que mesmo leigamente realizam uma gestão intuitiva, sem técnica ou padronizações, o que tem limitado o potencial das mesmas.

Destaca Fonte (2019) que estes processos requerem uma gestão cuidadosa para garantir que todas as partes interessadas sejam mantidas informadas sobre o progresso do projeto, que os recursos sejam alocados de forma eficaz e eficiente, que os prazos sejam cumpridos e que os problemas sejam resolvidos prontamente. Ademais, todos esses fatores se unem para tornar a concepção de projetos de engenharia um processo complexo que pode ser otimizado a partir do uso das ferramentas do PMBOK®, permitindo obter vantagens no mercado, principalmente quanto à competitividade, qualidade da obra e satisfação do cliente.

Marçal e Almeida (2022) realizaram uma pesquisa visando verificar os benefícios da aplicação dos conceitos e técnicas de gestão de projetos do Guia PMBOK® no gerenciamento do Escopo, Cronograma e Custos em um empreendimento imobiliário em Volta Redonda. Verificaram que independentemente do tamanho, complexidade ou grandeza do orçamento do empreendimento, o planejamento de uma obra apresenta como vantagem ser uma atividade relativamente simples e de baixo custo, atendendo as demandas

dos diversos tipos de obra. Porém, advertem que, para a empresa obter todas essas vantagens, o planejamento deve obedecer à critérios determinados, para que sejam cumpridos os prazos, o orçamento e a qualidade esperada e contratada pelo cliente.

Por sua vez, a pesquisa de Angelim e Barros Neto (2019) verificou que existem interações significativas e contribuições das doze áreas de conhecimento da extensão do guia PMBOK® na construção com o Planejamento de Médio Prazo (PMP), destacando: contribui para estimativa eficiente dos custos e orçamentos para descrição dos pacotes de trabalho no PMP; otimiza o controle do custo, aponta desvios de custos e impacta na demanda de ações durante o PMP, possibilitando ajustes necessários; favorece a análise dos fluxos físicos inerentes ao PMP; e os requisitos da qualidade podem impor controles que devem ser avaliados no PMP.

Amaral e Andrade (2023) utilizaram as técnicas do PMBOK® em um projeto de construção de uma unidade habitacional na cidade de Patos de Minas/MG, para a qual foram elaborados documentos específicos para a gestão e monitoramento durante toda a execução do projeto e verificaram que essa aplicação originou resultados positivos para empresas e profissionais da área civil, economizando tempo, gerindo custo e garantido a satisfação do cliente final sem abrir mão da qualidade definida para o projeto.

Pelisser e França (2021) propuseram procedimentos baseados no Guia PMBOK em uma grande construtora atuante no mercado de condomínios residenciais de baixo e médio custo, para o gerenciamento de obras visando a redução dos custos e prazos, além do aumento da qualidade do produto. Verificaram que as aplicações de soluções baseadas no PMBOK resultaram na redução ou eliminação dos problemas identificados, dos quais destacam-se: atrasos no cronograma, desvio no orçamento da obra, baixa qualidade dos serviços, retrabalho excessivo, falta de materiais na obra, falta de clareza na definição das atividades de cada funcionário administrativo e gerenciamento ineficiente de possíveis ameaças a serem encontradas. Essa metodologia mostrou-se eficiente e que pode ser implementado a partir de novas diretrizes de gerenciamento de projetos para a melhoria do desempenho no gerenciamento de obras.

4. CONCLUSÃO

O planejamento é o processo cujo objetivo é definir antecipadamente as condutas e práticas que têm a atribuição de atingir um determinado desígnio, apontando inclusive os recursos à serem dispendidos, os procedimentos e as ferramentas indispensáveis à serem aplicados.

Para um planejamento e controle de obra adequados são necessários: definição de uma programação, organização, coleta de informações, identificação e resolução de eventos que originem desvios do que foi planejado, enquanto a obra ainda está sendo executada, pois é possível que ocorram imprevistos técnicos ocasionados por fatores que normalmente não seriam identificados anteriormente à execução.

A realidade competitiva do mercado de construção civil colocou as construtoras em uma posição na qual é imperativo investimento no planejamento e controle de processos construtivos como artifício para atender necessidades que visam atender os prazos estabelecidos, reduzir os custos produtivos, obter lucros esperados e ter o reconhecimento de mercado.

Como os projetos podem apresentar muitos desafios, existem metodologias de gerenciamento de projetos com as quais os profissionais de engenharia civil podem utiliza-



para realizar um projeto com sucesso. Durante os projetos, não apenas departamentos internos e diversos profissionais trabalham juntos, mas parceiros externos como clientes, fornecedores e outras empresas também estão envolvidos no trabalho.

Toda obra de construção civil depende de um planejamento, que deve observar seu grau de complexidade, o tamanho do projeto, os riscos inerentes, dentre outros aspectos. O PMBOK é um padrão de gerenciamento de projetos publicado pelo PMI em 1996, sendo uma publicação que contém várias diretrizes e melhores práticas para gerenciamento de projetos. O método PMBOK assume que cada projeto tem seu próprio ciclo de vida, começando na fase de planejamento, passando pela preparação e desenvolvimento, até o encerramento ou conclusão do projeto.

O método é uma diretriz importante o qual garante que todos os envolvidos no gerenciamento de projetos falem uma linguagem clara. Contém uma espécie de padrão que orienta os projetos do início ao fim com determinadas regras que são aplicadas. Traz estrutura e clareza para a montagem de um projeto, usando esses protocolos como padrão.

Conclui-se que as metodologias de gerenciamento de projetos, como o PMBOK, ajudam a gerenciar um projeto de maneira eficaz, pois determinam a forma como os projetos são organizados, preparados, planejados, executados e concluídos. Assim o PMBOK leva os profissionais a pensar, planejar e agir com base no resultado, ou seja, gerenciar o projeto corretamente, alcançando o resultado final desejado.

Referências

AMARAL, D. R. B.; ANDRADE, R. M. P. de. Gerenciamento de projetos na construção civil. **TEC-USU**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 35 -62, 2023. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/412>. Acesso em: 8 set. 2023.

ANGELIM, V. L.; BARROS NETO, J. P. Contribuição da extensão para a construção do guia PMBOK® para o planejamento de médio prazo. In: Simpósio Brasileiro De Gestão e Economia da Construção, **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/412>. Acesso em: 8 set. 2023.

ARAÚJO, N. M. C.; AVELINO, L. de L.; ARAÚJO, V. da S. Planejamento e controle na execução de obras de edificações verticais: um estudo multicaso na cidade de João Pessoa-PB quanto à compatibilização. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 43, p. 32-39, nov. 2019.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

BORGES, S. de O.; PHILYPPIS JÚNIOR, N. J. Gerenciamento de Riscos em Projetos de Construção Civil. **Gestão e Gerenciamento**, [S. l.], n. 11, 2019. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/download/115/210/>. Acesso em: 12 maio 2023.

CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

FEITOSA, T. S. *et al.* Diagnóstico do nível de aplicação das melhores práticas de gerenciamento de projetos do PMBOK® e metodologia Lean Construction em construtoras do município de Marabá-PA. In: III Simpósio Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, 2020. Disponível em: <https://ocs.ufgd.edu.br/index.php?conference=sinep&schedConf=IIISINEP&page=paper&op=view&path%5B%5D=1285>. Acesso em: 24 ago. 2023.

FERRAZ, N. N. **Guia da Construção: do Canteiro ao Controle de Qualidade**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

FONTE, E. C. Gerenciamento de Riscos: uma comparação entre o Guia PMBOK® 6ª edição e a ISO 31000: 2018. **Boletim do Gerenciamento**, v. 4, n. 4, p. 22-32, 2019.

HARB, G. de C. A. Gestão de projetos em pequenas e micro empresas no setor da construção civil. 2021. 63f. Monografia (Especialização – Gestão e Tecnologia na Construção Civil). Escola de Engenharia UFMG, 2021

MACHADO, B. B. **Aplicação de processos do PMBOK®6ª Edição sobre a metodologia Scrum**. 2019. 22f. Trabalho de Conclusão do Curso (Especialização - Gerência de Projetos). Centro Universitário Instituto de Educação Superior de Brasília – IESB, Brasília, 2019.

MARÇAL, C. G; ALMEIDA, T. S. Aplicação do modelo PMBOK® para o gerenciamento de projetos: Estudo de Caso de uma Obra de Pequeno Porte. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 13, n. 3, dez. 2022. ISSN 2236-2649. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2651>>. Acesso em: 17 maio 2023.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

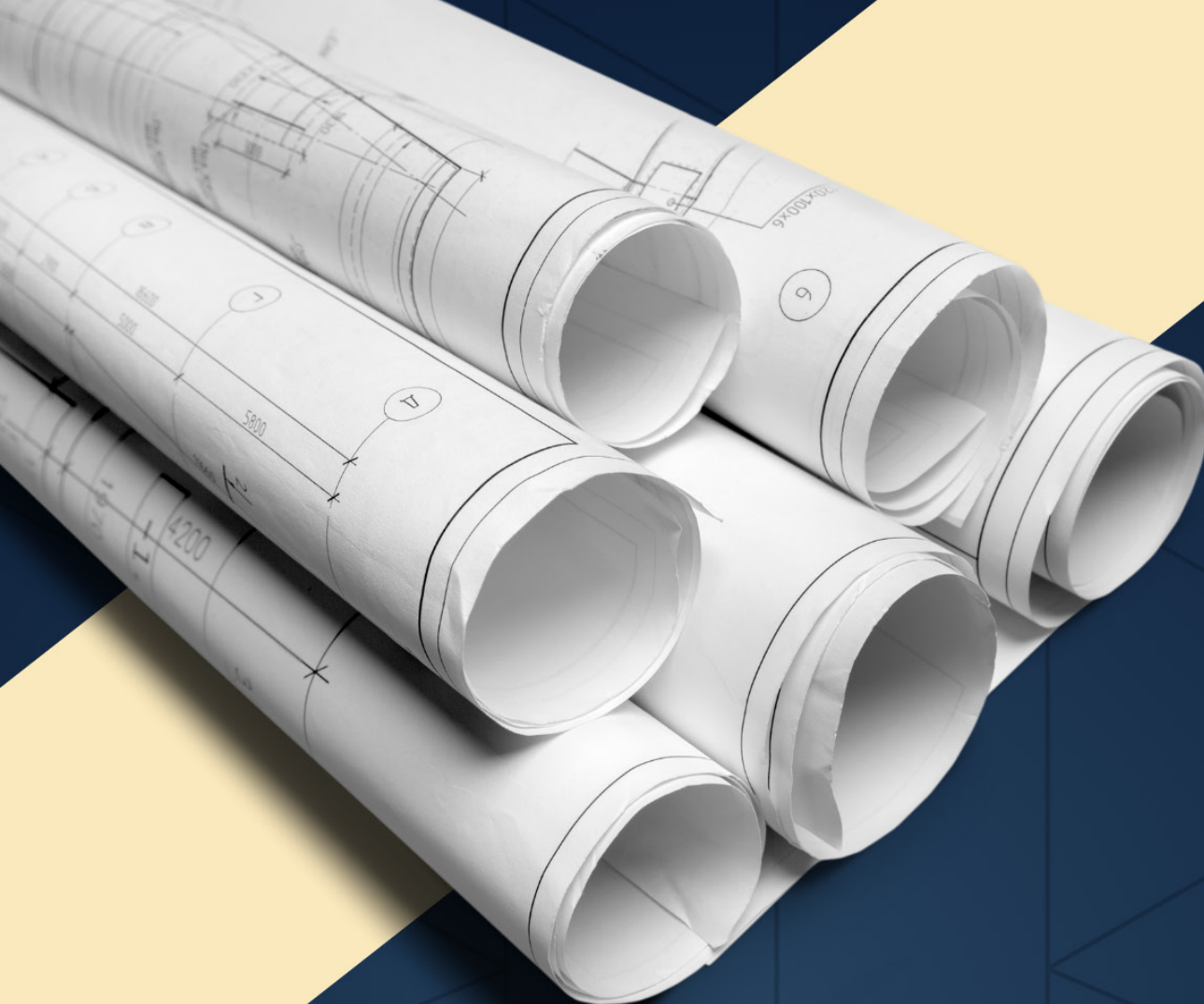
NOCÊRA, R. de J. **Planejamento e Controle de Obras com MS Project**. 2. edição. São Paulo: RJN, 2019.

PELISSER, G. B.; FRANÇA, S. L. B. Aplicação do guia PMBOK para melhoria do gerenciamento de obra: estudo de caso em empreendimento residencial multifamiliar *In: XVII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (XVII SEGeT)*, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos20/473045.pdf>. Acesso em: 8 set. 2023.

RUSCHEL, A. A. L. **Gerência de projetos alinhada ao PMI: Revisado para PMBOK®**. 7. ed. São Paulo: Senac, 2023. (Série Universitária).

SILVA, G. X. da; RIGONATTO, A. L. R.; MARQUES, C. S. A. Um estudo da gestão de projetos na construção civil. *In: Fórum de Iniciação Científica do UNIFUNEC, Anais...* Santa Fé do Sul, São Paulo, v. 11, n. 11, 2020. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4923>. Acesso em: 8 set. 2023.

SILVA, M. O. Gerenciamento de Projetos na Construção Civil: Tempo, Custo e Qualidade. **Revista CONSTRUIDO**, v. 10, n. 2, 2019.



27

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS VERSUS IMPERMEABILIZAÇÃO

PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS VERSUS
WATERPROOFING

Marcos Vinícios Silva Carvalho

Resumo

Este trabalho aborda a importância da impermeabilização na construção civil para prevenir problemas causados pela infiltração de água. Analisa-se manifestações patológicas, como umidade, eflorescência e desagregação do material, destacando suas causas e impactos. A pesquisa utilizou uma metodologia de revisão de literatura, com o objetivo geral de analisar as manifestações patológicas que são decorrentes da falta de impermeabilização, abrangendo materiais entre 2019 e 2023. O estudo enfatiza que apenas um projeto bem elaborado não é suficiente para evitar patologias; é essencial utilizar os materiais adequados e contar com mão de obra especializada. Foram apresentadas as abordagens de impermeabilização rígida e flexível, cada uma adequada a diferentes situações. Sinais de patologias em edificações, como trincas, fissuras, corrosão das armaduras de aço e mofo, são discutidos em detalhes. A impermeabilização adequada é essencial para prevenir esses problemas, desde o projeto até a manutenção. O estudo destaca a importância de profissionais qualificados e da escolha do sistema de impermeabilização apropriado. A pesquisa ressalta a necessidade de medidas preventivas para garantir a durabilidade e funcionalidade das construções e oferecer informações valiosas para profissionais do setor da construção civil.

Palavras-chave: Umidade nas construções, Tipos de impermeabilizações, Formas de ação da água nas edificações.

Abstract

This work addresses the importance of waterproofing in construction to prevent problems caused by water infiltration. Pathological manifestations are analyzed, such as humidity, efflorescence and disintegration of the material, highlighting their causes and impacts. The research used a literature review methodology to analyze the pathological manifestations resulting from the lack of waterproofing, covering materials between 2019 and 2023. The study emphasizes that just a well-designed project is not enough to avoid pathologies, is essential to use the appropriate materials and have specialized labor. Rigid and flexible waterproofing approaches were presented, each suitable for different situations. Signs of pathologies in buildings, such as cracks, fissures, corrosion of steel reinforcement, and mold, are discussed in detail. Adequate waterproofing is essential to prevent these problems, from design to maintenance. The study highlights the importance of qualified professionals and choosing the appropriate waterproofing system. The research highlights the need for preventive measures to guarantee the durability and functionality of buildings and offer valuable information for professionals in the construction sector.

Keywords: Humidity in buildings, Types of waterproofing, Ways of water action in buildings.



1. INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel fundamental no progresso da sociedade, fornecendo moradias, infraestrutura e espaço de trabalho essenciais. No entanto, ao longo do tempo, muitas estruturas enfrentam desafios relacionados à infiltração de água, o que pode resultar em problemas graves e manifestações patológicas. Essas manifestações são sinais visíveis de danos causados pela água, como umidade, manchas, deterioração dos materiais. Nesse contexto a impermeabilização emerge como um componente essencial para prevenir e resolver esses problemas oferecendo soluções efetivas para evitar entrada indesejada de água em estruturas construídas.

Diante disso, é crucial compreender a relação entre as manifestações patológicas e a impermeabilização, a fim de propor medidas preventivas e soluções eficazes para mitigar tais problemas. O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise aprofundada sobre as manifestações patológicas causadas pela infiltração de água, destacando a importância da impermeabilização como estratégia de prevenção e controle.

Foram exploradas as principais manifestações patológicas decorrentes da infiltração de água, incluindo a umidade, eflorescência e desagregação do material, destacando suas causas e impactos nas estruturas. Além disso, serão apresentadas as diferentes técnicas e materiais utilizados na impermeabilização, analisando suas características, aplicabilidade e eficiência no combate às manifestações patológicas.

Espera-se que este estudo tenha um impacto significativo no entendimento da importância da impermeabilização na prevenção e resolução de problemas relacionados à infiltração de água em estruturas construídas. O objetivo é fornecer informações e orientações relevantes para profissionais da construção civil, como projetistas, engenheiros e outros envolvidos no setor. Compreendendo os mecanismos de infiltração de água e aplicando as melhores práticas de impermeabilização, será possível reduzir os danos causados pela umidade, garantindo a longevidade e a funcionalidade das construções. Dessa forma, este estudo visa contribuir para a disseminação de conhecimento e o aprimoramento das práticas de impermeabilização, para benefício de todos os envolvidos e para a qualidade geral das estruturas construídas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para a confecção e desenvolvimento deste trabalho, foi usado o método de revisão de literatura que é um processo de pesquisa em que se busca analisar as informações relevantes sobre um determinado tópico e é necessário selecionar diversas fontes de informações, como artigos acadêmicos, livros e tese, e analisá-las cuidadosamente. O objetivo é identificar as principais descobertas, teorias, métodos e lacunas de conhecimento relacionado ao tema em questão.

O levantamento de dados seguiu o método definido para esta proposta de trabalho e foi apurado nas seguintes bases de dados: Google acadêmico, SCIELO (Scientific Electronic Library Online) e Microsoft acadêmico. Serviram de aparato de pesquisa para as seguintes palavras chaves: manifestações patológicas, patologias nas construções, importância da impermeabilização e técnicas e materiais de impermeabilização.

A seleção foi executada a partir da leitura dos materiais encontrados e só foram incluídos os que estavam devidamente escritos na língua portuguesa, e aqueles que se encaixam devidamente no recorte temporal de 5 anos, ou seja, os que estão no período de 2019 a 2023.

2.2 Resultados e Discussão

Para conduzir os resultados, foram examinados diversos trabalhos de cunho científico que abordam temas relacionados à impermeabilização e às patologias resultantes da falta ou má aplicação dessa técnica em construções. O seguinte trabalho visa identificar os fatores que causam patologias devido à falta de impermeabilização em áreas de garagens de um edifício e apresenta soluções para esse problema, incluindo medidas preventivas a serem consideradas na concepção de projetos para evitar patologias e garantir a durabilidade das edificações. Portanto, enfatiza a importância da impermeabilização adequada na construção civil (SILVA *et al.*, 2019).

Segundo De Jesus (2019), os resultados destacados neste trabalho é a importância de identificar, compreender e abordar as principais patologias na construção civil, bem como os fatores que as causam. Além disso, ressalta a necessidade de prevenção e soluções adequadas para evitar danos e problemas pós-obra. A conscientização das empresas sobre como essas questões afetam a qualidade do produto final é enfatizada como crucial para evitar insatisfação do cliente e despesas extras de assistência pós-construção.

O resultado deste trabalho é que a patologia relacionada à umidade é comum na construção civil e pode causar danos significativos. A impermeabilização é uma solução eficaz, mas sua ausência ou aplicação inadequada pode levar a patologias. É importante estudar e analisar as manifestações patológicas específicas para determinar a abordagem correta de reparo, que pode variar devido à origem da infiltração (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

O aprendizado deste trabalho é que as patologias na construção civil, como fissuras e rachaduras, podem prejudicar não apenas a estética, mas também a integridade estrutural das edificações. É importante diagnosticar e tratar essas patologias para evitar danos futuros e, em alguns casos, podem ser necessárias soluções técnicas para reabilitar a estrutura danificada. A revisão bibliográfica e estudos teóricos são ferramentas úteis para entender e abordar esses problemas na construção civil (FERREIRA; DE OLIVEIRA, 2021).

O trabalho ressalta que, muitas vezes, a impermeabilização é desconsiderada devido a fatores como redução de custos e falta de mão de obra qualificada, o que pode resultar em anomalias patológicas. Ele apresenta os principais sistemas de impermeabilização, rígidos e flexíveis, destacando a necessidade de escolher o sistema adequado de acordo com a superfície e a situação (ALVES; SIMEÃO, 2022).

O resultado destacado neste texto é que o uso da argamassa polimérica na construção civil apresenta vantagens significativas em termos de produtividade, logística, redução de entulhos, massa estrutural e qualidade do acabamento. Embora ainda pouco consolidada nos canteiros de obras, essa tecnologia demonstrou ser viável em termos de custo-benefício (MORENO; SCHINDLER, 2022).

Segundo Santos (2022), os resultados destacados na sua pesquisa é a ênfase na importância de abordar e prevenir as manifestações patológicas relacionadas à umidade em edificações. Essas patologias, como infiltrações e vazamentos, podem causar danos estéticos e financeiros, bem como problemas de saúde.



O resultado destacado no estudo de Da Silva (2023), é a ênfase na importância da impermeabilização adequada em construções, desde a fase de projeto até a manutenção durante a vida útil do imóvel. A falta de atenção a esse aspecto pode resultar em patologias, prejuízos financeiros, e incômodos para os usuários da edificação. Portanto, ressalta-se a necessidade de profissionais qualificados, projetos bem executados e materiais adequados para garantir o sucesso da impermeabilização e a qualidade das construções.

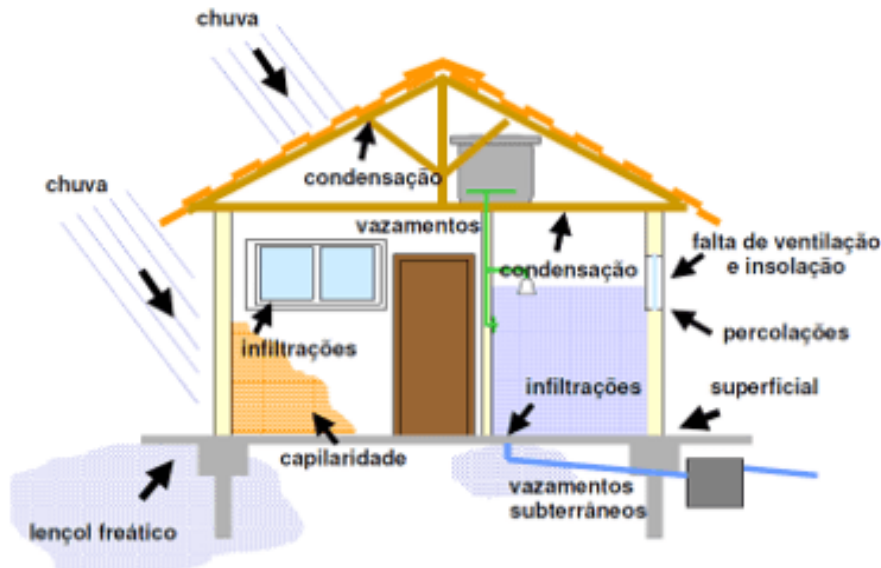


Figura 1. Formas de ação da água nas edificações

Fonte: Pozzobon (2007 *apud* PIMENTEL, 2022, p. 38)

No estudo de Pimentel (2022), ele destaca a importância de examinar cuidadosamente todas as manifestações de umidade, uma vez que essa questão pode desencadear vários problemas nas construções, resultando em custos adicionais e colocando em perigo tanto a obra em si quanto os futuros moradores da edificação. Isso enfatiza a necessidade de uma abordagem abrangente para lidar com problemas de umidade em construções.

Umidade por Capilaridade é um fenômeno físico em que líquidos, como a água, são absorvidos e se movem em espaços estreitos ou porosos, contra a força da gravidade. Na construção civil, a capilaridade refere-se à capacidade da água de subir por pequenos espaços vazios, como os poros do solo ou materiais porosos, como o concreto (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

Esse processo de absorção ascendente da água pode causar problemas, especialmente quando se trata de estruturas. A água pode infiltrar-se através dos poros do solo e, em seguida, subir por paredes, lajes e outros elementos construtivos. Isso pode levar a consequências indesejáveis, como eflorescência (depósito de sais minerais), manchas, descolamento de revestimentos e deterioração dos materiais (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

A umidade por condensação é um fenômeno que ocorre quando o vapor de água presente no ar se transforma em água líquida ao entrar em contato com superfícies frias. Isso acontece quando o ar quente e úmido encontra uma superfície mais fria, fazendo com que a umidade se condense e forme gotículas de água. A condensação por umidade pode ser um problema em ambientes internos, como banheiros, cozinhas e áreas com pouca ventilação. Isso ocorre porque esses espaços tendem a acumular vapor de água devido ao uso de chuveiros, fogões, panelas quentes e outras fontes de umidade (SANTOS, 2022).

Continuando, segundo Santos (2022), umidade por infiltração ocorre quando a água

externa penetra nas estruturas de uma edificação por falta de impermeabilização devida, causando problemas como manchas, mofo e danos aos materiais. Isso geralmente acontece devido a falhas na estrutura, como fissuras, rachaduras ou problemas de impermeabilização.

As fontes de umidade por infiltração podem ser diversas, como chuvas intensas, vazamentos de encanamentos, problemas na drenagem ou falta de manutenção adequada. Quando a água se infiltra, ela pode se espalhar pelas paredes, lajes, pisos e telhados, causando danos visíveis e até comprometendo a segurança da estrutura (SANTOS, 2022).

Segundo Biângulo e Moura (2021) no seu estudo de caso, a umidade por precipitação refere-se à entrada de água nas edificações devido à chuva ou outras formas de precipitação. Isso ocorre quando a água externa consegue penetrar nas estruturas da construção, causando problemas como infiltrações, manchas, mofo e deterioração dos materiais. Os autores também ressaltam que a presença de umidade por precipitação pode ser resultado de diferentes falhas na construção, como telhados com problemas de vedação, janelas mal instaladas, fissuras nas paredes ou falta de impermeabilização adequada. Essas falhas permitem que a água da chuva entre nas áreas internas da edificação, afetando a sua integridade e causando danos estéticos e estruturais.

A umidade por percolação ocorre quando a água do solo ou subsolo penetra na estrutura de uma edificação. Isso pode acontecer devido à presença de água subterrânea, chuvas intensas ou escoamento superficial que encontra seu caminho para dentro da construção. A umidade por percolação pode ser um problema sério, pois pode causar danos significativos, como o enfraquecimento das fundações, corrosão de materiais, deterioração do concreto e a formação de mofo. Essa umidade pode afetar não apenas as áreas subterrâneas, mas também se espalhar para outros níveis da edificação, essa causa se dar a partir da falha de projeto da fundação, pois a fundação precisa de uma devida atenção com a impermeabilização pois esta é a base da edificação (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

O mofo e bolor pode se tratar de uma patologia oriunda de questões orgânicas e para se proliferar precisa de condições húmidas e com falta de ventilação. A umidade proveniente de vazamentos, infiltrações ou condensação cria condições favoráveis para o crescimento do mofo e bolor, e se alimentam de matéria orgânica presente nos materiais como madeira papel tecido e até mesmo em gesso e argamassa por isso é importante resolver o problema de infiltração o mais rápido possível (SILVA *et al.*, 2019).

De acordo com Da Silva (2023) as manchas nas edificações podem surgir por diferentes razões e afetar várias partes, como paredes, tetos e pisos. Elas podem ser causadas por vazamentos, infiltrações, umidade, mofo, bolor, desgaste natural, produtos químicos, entre outros fatores. As manchas de umidade são resultado de vazamentos de água, infiltrações ou condensação excessiva. Elas costumam ter uma aparência úmida, tonalidades mais escuras.

A eflorescência é um fenômeno que causa manchas brancas na estrutura ou no piso de uma edificação. Ela ocorre quando sais minerais presentes nos materiais de construção são transportados pela água para a superfície externa. Com a evaporação da água, esses sais cristalizam e deixam uma aparência porosa e branca na região afetada. Embora a eflorescência não cause danos estruturais significativos, ela indica a presença de infiltração na edificação, o que pode levar a problemas futuros. É importante investigar e corrigir as causas da infiltração para evitar danos adicionais à edificação (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

Em seu estudo Ferreira e De Oliveira (2021), evidencia que as Trincas e fissuras são aberturas ou rupturas que podem ocorrer em diferentes partes das edificações, como paredes, lajes e pisos. Elas podem ser causadas por diversos fatores, como assentamento de-

sigual do solo, variações de temperatura, sobrecarga estrutural, movimentações externas e defeitos de construção. As trincas e fissuras podem ocorrer devido à infiltração na alvenaria da construção. Isso pode levar à expansão dos materiais, como a cerâmica, resultando em tensões na argamassa e causando fissuras.

Normalmente, esse tipo de problema não compromete a estrutura da construção, afetando apenas o revestimento. No entanto, se as fissuras se transformarem em rachaduras, que são caracterizadas por aberturas maiores de 3 mm, isso pode indicar uma grande quantidade de água infiltrando de forma fluida. Isso pode levar à deterioração progressiva dos elementos e, eventualmente, causar danos mais graves à estrutura (FERREIRA; DE OLIVEIRA, 2021).

A corrosão das armaduras de aço é um problema comum em edificações de concreto armado. Quando as armaduras de aço ficam expostas a condições adversas, como umidade e substâncias corrosivas, ocorre uma reação química que enfraquece o metal e compromete a estrutura do concreto. Os sinais de corrosão das armaduras podem incluir manchas avermelhadas ou esbranquiçadas na superfície do concreto, fissuras e deslocamentos. A presença de ferrugem visível também é um indicador (DE JESUS *et al.*, 2019).

Para evitar a corrosão das armaduras de aço, é crucial evitar o contato com a umidade. Qualquer interação entre a água e as armaduras pode levar à corrosão do material. Essa interação pode ocorrer quando a água encontra uma maneira de entrar na estrutura, seja infiltrando pelos poros do concreto, por capilaridade ascendente na base da estrutura ou por falhas na impermeabilização da cobertura (DE JESUS *et al.*, 2019).

A falta de mão de obra especializada, que muitas vezes não segue os métodos e normas estabelecidos pelos órgãos competentes, representa um dos principais motivos para a aplicação inadequada da impermeabilização. É comum observar erros na execução, como a falta de preparação adequada da área, o uso de tipos de impermeabilizantes inadequados, a ausência de componentes essenciais para o sucesso da impermeabilização e a falta de acabamento em áreas de difícil acesso. Esses problemas ressaltam a importância de profissionais qualificados na realização desse tipo de trabalho (SILVA *et al.*, 2019).

No seu estudo Silva *et al.* (2019), explicam inicialmente o contexto dos tipos de impermeabilizações depois mostra a importância de um dos dois tipos, no caso a impermeabilização rígida que se baseia no processo de proteção utilizado em construções para evitar a entrada de água e umidade. Nesse método, são aplicados materiais resistentes e inflexíveis que formam uma barreira física, impedindo a passagem da água para dentro da estrutura.

A impermeabilização rígida é geralmente aplicada em elementos de fundação, como vigas baldrame e sapatas, bem como em ambientes internos que não têm contato direto com o ambiente externo. Isso ocorre porque esse tipo de impermeabilização não possui flexibilidade suficiente para lidar com movimentos e deformações estruturais, o que poderia levar ao surgimento de aberturas em sua estrutura (SILVA *et al.*, 2019).

A impermeabilização flexível é uma técnica utilizada para proteger as construções contra a entrada de água e umidade. Ao contrário da impermeabilização rígida, que é inflexível, a impermeabilização flexível é capaz de se adaptar aos movimentos e deformações da estrutura. Esse método é aplicado em áreas que estão sujeitas a variações e movimentações, como lajes, juntas de dilatação e áreas de encontro entre diferentes materiais. A impermeabilização flexível utiliza materiais elásticos e aderentes, como membranas de polímeros modificados, mantas asfálticas e resinas elastoméricas, que permitem que a camada protetora acompanhe as mudanças estruturais sem se romper (ALVEZ; SIMEÃO, 2022).

A manta asfáltica é um material flexível e impermeável utilizado na impermeabilização de construções. Feita de asfalto modificado com polímeros, ela é aplicada em diferentes áreas, como lajes, terraços, piscinas e subsolos, para prevenir a entrada de água e umidade. Sua instalação requer preparação da superfície e fixação adequada, e ela oferece proteção contra agentes químicos, raios ultravioleta e variações de temperatura. A aplicação correta da manta asfáltica é essencial para garantir sua eficácia na proteção da estrutura (DA SILVA, 2023).

A argamassa polimérica é um tipo de argamassa que contém aditivos poliméricos, proporcionando-lhe características especiais. É amplamente utilizada na construção civil para revestir pisos, paredes e fachadas. Uma das principais vantagens da argamassa polimérica é a sua resistência e durabilidade superiores em comparação com a argamassa convencional. Ela apresenta maior aderência, flexibilidade, impermeabilidade e resistência à abrasão, o que a torna ideal para áreas sujeitas a esforços e condições adversas (MORENO; SCHINDLER, 2022).

Além disso, a argamassa polimérica é fácil de trabalhar, o que facilita sua aplicação e acabamento. Ela está disponível em diversas cores e texturas, permitindo uma ampla variedade de opções de design e estilo arquitetônico (MORENO; SCHINDLER, 2022).

O concreto impermeável é um tipo de concreto especialmente formulado para resistir à entrada de água. Ele é utilizado em estruturas que estão expostas a condições úmidas, como piscinas, reservatórios e fundações. A principal característica do concreto impermeável é a adição de aditivos que reduzem sua porosidade e aumentam sua resistência à penetração da água. Esses aditivos ajudam a formar uma barreira eficaz, evitando vazamentos e problemas relacionados à umidade (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

Durante a execução do concreto impermeável, é importante realizar uma boa compactação para garantir uma estrutura densa e livre de espaços vazios. Além disso, o processo de cura adequada é essencial para que o concreto desenvolva toda a sua resistência e impermeabilidade ao longo do tempo (BIÂNGULO; MOURA, 2021).

A manta líquida é um tipo de revestimento impermeabilizante que é aplicado em forma líquida sobre superfícies para protegê-las contra a infiltração de água. É composta por resinas elastoméricas e aditivos que conferem flexibilidade e resistência à membrana formada (DA SILVA, 2023).

A grande vantagem da manta líquida é a sua capacidade de se adaptar a diferentes tipos de superfícies e formas complexas, como lajes, telhados, terraços e áreas sujeitas a movimentações estruturais. Ela pode ser aplicada tanto em substratos de concreto como em metal, madeira e alvenaria, proporcionando uma camada de proteção contínua (DA SILVA, 2023).

3. CONCLUSÃO

Este trabalho ressalta a importância da impermeabilização na prevenção de patologias resultantes da infiltração de água em construções. Destaca que água desempenha um papel crucial na manifestação de problemas, incluindo umidade, eflorescência e fissuras. Enfatiza que um projeto bem planejado não é suficiente, sendo necessários materiais adequados e mão de obra especializada.

Também sublinha a necessidade de prevenir e tratar essas patologias, que podem prejudicar a estética e a integridade das construções. Destaca a importância de profissionais qualificados na execução da impermeabilização e aborda as principais causas de

patologias relacionadas à infiltração de água, com métodos de prevenção e correção. Diversos métodos de impermeabilização são apresentados, com foco na escolha adequada conforme a estrutura e o ambiente. Salienta a importância da prevenção desde o projeto, inspeções regulares e manutenção ao longo da vida da edificação.

Embora o trabalho não forneça dados quantitativos, oferece uma análise profunda das manifestações patológicas e da importância da impermeabilização na construção civil. Suas recomendações visam prevenir problemas relacionados à infiltração de água e melhorar a qualidade das edificações, com propostas de estudos de caso futuros.

Referências

ALVES, Victor Ferreira; SIMEÃO, Gustavo de Sousa. **Análise e viabilidade dos sistemas de impermeabilização rígido e flexível em edificações**. Orientador: Thiago Primo Sousa. 2022. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, 2022. Disponível em: <https://dspace.uniceplac.edu.br/handle/123456789/1791>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BIÂNGULO, M. S; MOURA, P. A. S. **Levantamento de patologias ocorridas devido a umidade na engenharia civil**. Orientador: Robson Félix. 2021. 50f. TCC (Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia- FACEG, Goianésia, 2021. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/18443>. Acesso em: 5 mar. 2023.

DA SILVA, Felipe Ferreira; MIRANDA, Thaís Magno da Silva. Patologias Consequentes de Falta ou Má Execução de Impermeabilização. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 34, n. 34, p. 49-59, fev. 2023. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/610>. Acesso em: 12 maio 2023.

DE JESUS, Victor Almeida et al. Patologias na construção civil. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 4, p. 132-145, 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.edu.br/index.php/pesquisa/article/view/775>. Acesso em: 2 abr. 2023.

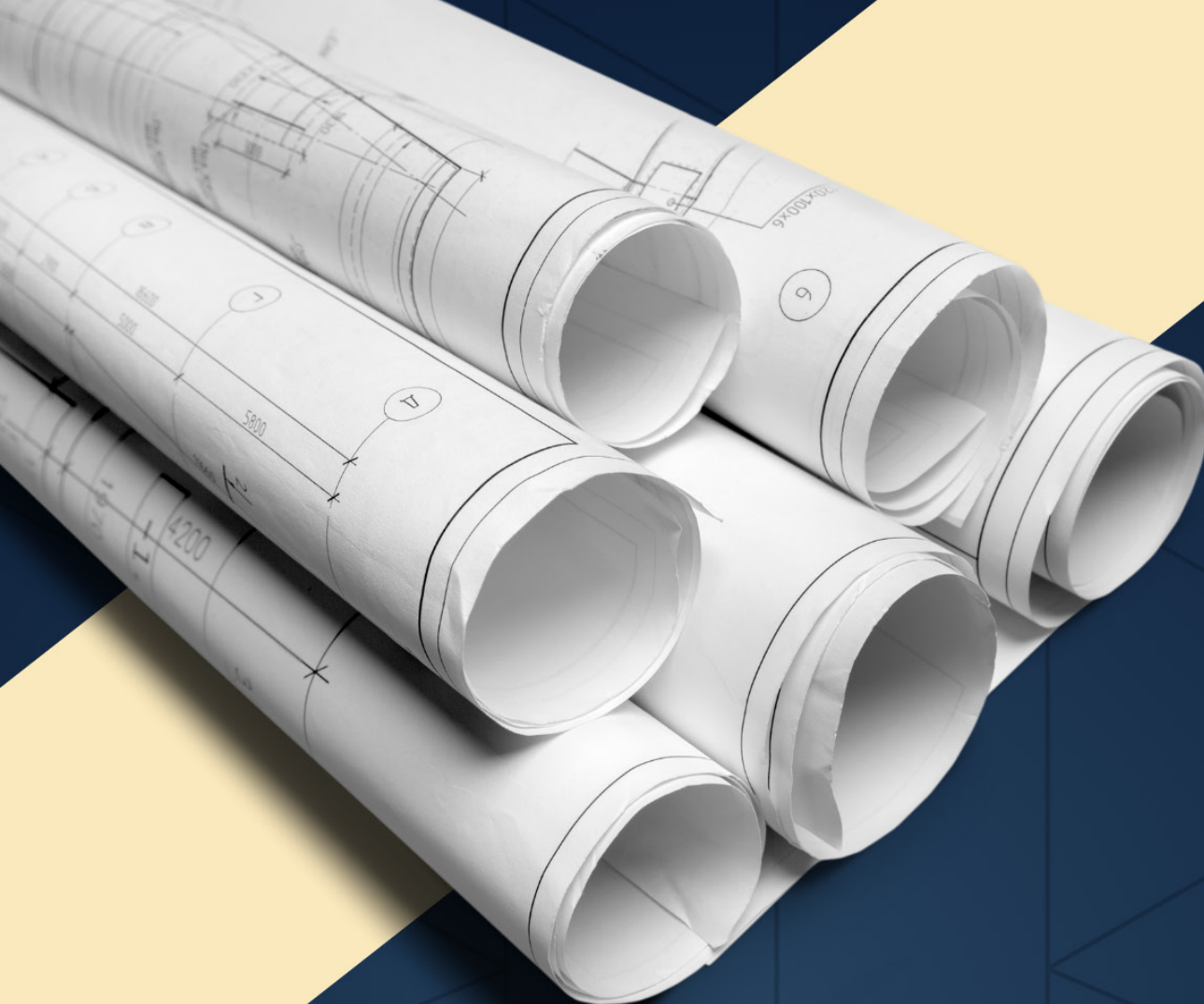
FERREIRA, Angélica Rodrigues; DE OLIVEIRA, Ricardo Fonseca. Patologias na construção civil: estudo de caso em duas residenciais na cidade de Irai de Minas-MG. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 26, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2362>. Acesso em: 12 maio 2023.

MORENO, Felipe de Paula; SCHINDLER, Marcio Luiz Kehl. **Argamassa polimérica para assentamento de alvenaria: estudo de caso realizado em obras na cidade de Balneário Camboriú**. Orientador: Maicon Anderson de Souza. 2022. 31f. TCC (Engenharia Civil) - Engenharia Civil, Universidade UNISUL de Santa Catarina, 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/30005>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SANTOS, Marcelo dos. **Patologias na construção relacionadas à umidade**. Orientador: Me Adson de Santana Gomes. 2022. 38f. Monografia (Graduação) Engenharia Civil – Centro Universitário UNIRB – Alagoinhas, 2022. Disponível em: <http://dspace.unirb.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/463>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SILVA, Luzilene Souza et al. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 9, 2019. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rct/article/view/5531>. Acesso em: 25 mar. 2023.

PIMENTEL, Luis Felipe Almeida. **Patologias desencadeadas por ausência ou aplicação incorreta da impermeabilização em obras da construção civil: Revisão de literatura**. Orientador: Marcus Lessandro Costa. 2022. 47f. Monografia (Graduação) do curso Bacharelado em Engenharia Civil - Faculdade UNIRB/Barreiras, 2022. Disponível em: <http://dspace.unirb.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/499a>. Acesso em: 2 set. 2023.



28

PROJETO E PLANO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO NAS EDIFICAÇÕES

**PROJECT AND PLAN FOR PREVENTING AND FIGHTING
FIRE IN BUILDINGS**

Rodrigo Nascimento Mendes

Resumo

O trabalho visa explicar e destacar a importância do Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI) e do Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI) apresentando as normas e legislações que são responsáveis por regularizar e fiscalizar edificações comerciais, industriais e residências que dispõem de vários pavimentos. O trabalho utilizou uma metodologia de revisão de literatura onde foram selecionados artigos científicos que estavam alinhados com a proposta da pesquisa, o estudo enfatiza que as instalações de combate a incêndio desempenham um papel de notoriedade no projeto, pois elas têm a propriedade de prevenir, conter e controlar as chamas de um possível incêndio, evitando assim a perda de bens materiais e de vidas humanas. Conclui-se então que uma edificação além de oferecer conforto deve dispor de segurança apresentando mecanismos de proteção contra incêndio, por isso vale o trabalho de conscientização de empresários proprietários de instalações comerciais ou industriais e moradores de residências com multipavimentos, já que o conhecimento sobre prevenção e combate a incêndios contribui para uma sociedade mais segura.

Palavras-chave: Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI), Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI), Legislação, Norma, Incêndio.

Abstract

The work aims to explain and highlight the importance of the Fire Prevention and Protection Plan (PPCI) and the Fire Prevention and Protection Project (PrPCI), presenting the norms and regulations responsible for standardizing and overseeing commercial, industrial, and multi-story residential buildings. The study employed a literature review methodology, selecting scientific articles aligned with the research proposal. The research emphasizes that fire-fighting installations play a significant role in the project, as they have the ability to prevent, contain, and control the flames of a potential fire, thereby preventing the loss of material assets and human lives. It is concluded that a building, in addition to providing comfort, must ensure safety by incorporating fire protection mechanisms. Therefore, there is value in raising awareness among business owners of commercial or industrial facilities and residents of multi-story homes, as knowledge of fire prevention and control contributes to a safer society.

Keywords: Fire Prevention and Protection Plan (PPCI), Fire Prevention and Protection Project (PrPCI), Legislation, Standard, Fire

1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI) é o que determina todas as medidas de segurança que um edifício deve possuir. O projeto serve de guia para a instalação de todos os equipamentos de segurança. Ele determina as características técnicas e mostra com exatidão os locais no qual cada equipamento deve ser instalado, já o Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI) desempenha o papel fundamental de controlar e prevenir acidentes, tendo como objetivo principal minimizar os riscos de sinistros nas edificações, visando assim zelar pela integridade física e patrimonial das pessoas.

É importante ter um plano de prevenção e proteção contra incêndios (PPCI) bem elaborado e executado, pois sua principal finalidade vai ser preservar os bens materiais e a integridade física das pessoas que estão usufruindo da edificação já que fica muito mais fácil e econômico controlar e extinguir o incêndio em um possível sinistro.

Portanto esse estudo visa alertar e conscientizar proprietários de instalações comerciais ou industriais e moradores de residências com vários pavimentos onde existe altos riscos de incêndio, para que deste modo cada pessoa conscientizada possa contribuir para sua própria segurança e também para segurança dos demais ocupantes do ambiente na qual faz parte.

Neste trabalho foram feitas análises e resumos de fontes bibliográficas relevantes avaliando as informações disponíveis nas mesmas, visando apresentar a legislação que regulariza o projeto de prevenção e proteção contra incêndio (PrPCI) e mostrar a importância de um plano de prevenção e proteção contra incêndios (PPCI) e os vários benefícios que ele traz para sociedade no geral.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho será desenvolvido mediante o método de revisão de literatura que é um processo de pesquisa em que se busca analisar as informações relevantes sobre um determinado tópico e é necessário selecionar diversas fontes de informações, onde foram pesquisados artigos científicos escolhidos através de buscas nos sites de banco de dados google acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Microsoft acadêmico.

O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 10 anos, A combinação das seguintes palavras-chaves foi empregada na busca: “Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI)” e ‘Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI)’. Foram escolhidos estudos nacionais publicados na língua portuguesa que estavam alinhados com a proposta desta pesquisa, foram descartadas as bibliografias que não se adequarão os critérios da revisão de literatura, as escolhidas foram analisadas cuidadosamente com o intuito de observar os pontos.

2.2 Resultados e Discussão

Para dar seguimento neste estudo, foram analisados diversos trabalhos de cunho científico que abordam temas relacionados à Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI) e Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI). A seguir mos-



trarei os resultados obtidos através dos materiais estudados, visando destacar fatores que possam ocasionar possíveis sinistros, mostrar o cenário atual do Brasil referente ao tema e explicar alguns métodos prevenção.

Segundo Fleck (2016) com base nos resultados das entrevistas, o Brasil ainda é considerado subdesenvolvido no que diz respeito à conscientização sobre segurança contra incêndios. Isso se deve, em grande parte, à falta de abordagem sistemática desse tema na cultura brasileira, especialmente nas escolas e universidades. Além disso, muitas pessoas que não trabalham diretamente na área de segurança contra incêndios não têm acesso a informações ou educação sobre o assunto. Portanto, a falta de foco na prevenção e resposta a incêndios é um sinal de que o Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer em termos de desenvolvimento nessa área.

Como resultado houve uma adequação da Norma Regulamentadora (NR) 23 em um local de estudos. A intenção é melhorar a segurança dos moradores e visitantes do local. A adequação será feita de acordo com as necessidades e deficiências específicas do condomínio, e a NR 23 servirá como um guia ou referência para garantir que as medidas necessárias sejam implementadas para aumentar a segurança contra incêndios no local. (JULYANA; NUNES, 2021).

O resultado destacado neste texto é que as novas regras de segurança contra incêndio no estado do Paraná, em comparação com as regulamentações do código de prevenção de incêndios de 2001, estabelecem requisitos técnicos mais rigorosos para sistemas ativos de combate a incêndios em edifícios convencionais novos. Como resultado, esses sistemas se tornam mais complexos, mas, ao mesmo tempo, oferecem maior segurança e eficácia no enfrentamento de incêndios em tais construções (JULIANA; FENNER, 2019).

Como aprendizado deste trabalho vemos que existem sérios problemas relacionados à preparação dos funcionários para lidar com situações de emergência e à atitude dos donos de empresas em relação à segurança de seus trabalhadores. Em primeiro lugar, há uma falta de práticas eficazes de treinamento para capacitar os colaboradores a lidar com eventos inesperados, como incêndios, desastres naturais ou outros tipos de emergências. Isso indica que os funcionários podem não estar adequadamente preparados para reagir de maneira segura e eficaz diante de situações críticas (LISIANE; PEREZ, 2014).

Através deste trabalho foi destacado a importância de incluir a disciplina de prevenção e proteção contra incêndio nos currículos das faculdades de engenharia civil. Essa relevância se deve à utilidade prática dessa matéria nos dias atuais, especialmente em ambientes comerciais e industriais, onde é essencial garantir a segurança das pessoas e dos bens, também existe um destaque a lei complementar nº 14.376 de 20 de dezembro de 2013 que é fundamental, pois indica que a legislação tornou obrigatório o conhecimento e a aplicação de medidas de prevenção e proteção contra incêndio em determinados setores. Portanto, as faculdades de engenharia civil têm a responsabilidade de preparar seus alunos para atender a essas exigências legais, garantindo que os futuros profissionais sejam capazes de projetar edifícios e estruturas que atendam aos padrões de segurança necessários para prevenir incêndios e proteger vidas e propriedades (WILLIAM; REYNOSO, 2018).

Este trabalho concluiu que não foram tomadas todas as medidas necessárias de acordo com as leis e regulamentos vigentes. Como resultado, isso cria uma situação de insegurança para as pessoas que vivem ou frequentam essa edificação. Além disso, foi observado que alguns dos sistemas de segurança que deveriam estar instalados podem não funcionar corretamente, o que é uma preocupação adicional. Também é destacado a ausência de alguns sistemas de segurança essenciais, como uma brigada de incêndio, iluminação

de emergência e sinalização de emergência, esses sistemas desempenham um papel fundamental na proteção das pessoas em caso de incidentes, como incêndios, e sua ausência aumenta ainda mais os riscos associados a essa edificação (RIBEIRO, 2019).

Os resultados deste estudo ressaltam que as instalações de combate a incêndio desempenham um papel fundamental na segurança de qualquer edificação e de fato representam uma posição de destaque no projeto como um todo, já que elas têm a capacidade de conter e controlar momentaneamente as chamas até a chegada do corpo de bombeiros, isso ajuda a evitar que o incêndio se espalhe rapidamente causando danos mais severos ao edifício. Portanto negligenciar essas instalações pode resultar em danos irreparáveis de bens materiais ou em casos mais graves de vidas humanas, conclui-se então que uma edificação além de oferecer conforto deve dispor de segurança apresentando mecanismos de proteção contra incêndio conforme solicita as normas técnicas e o Corpo de Bombeiro de cada estado.

2.2.1 Legislação

No Brasil, o Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndio (PPCI) é regulamentado por um conjunto de normas e legislações que podem variar dependendo do tipo de edifício e qual será sua utilidade.

2.2.1.1 Lei Federal nº 13.425/2017

Esta é a lei que determina as diretrizes gerais referente ao Sistema Nacional de prevenção, Fiscalização e Combate a Incêndios Florestais. Apesar da lei ter como seu foco principal incêndios florestais, ela também possui implicações para a prevenção de incêndios em áreas urbanas, considerando que nela também é previsto a criação de planos de prevenção e combate a incêndios, que devem ser planejados e implementados por órgãos e entidades que são responsáveis pelas edificações e locais onde ocorre aglomeração e grande fluxo de pessoas. Isso ajuda a garantir que medidas eficazes estejam em vigor para proteger a vida das pessoas em caso de incêndio.

2.2.1.2 Lei Federal nº 11.901/2009

Esta lei prescreve sobre a atividade de bombeiro civil e assegura a atuação desses profissionais em diversos tipos de estabelecimentos, buscando garantir a segurança de pessoas e patrimônios, sendo eles os agentes responsáveis por exercer serviços de prevenção e combate a incêndio, bem como operar em situações de urgência e emergência. Logo essa legislação é fundamental para garantir a segurança de estabelecimentos comerciais, industriais e residenciais em todo o Brasil, pois estabelece padrões de treinamento e atuação que visam prevenir e mitigar os riscos de incêndios e outras emergências.

2.2.1.3 Norma Brasileira NBR 14.276

Esta é a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) responsável por estabelecer requisitos para elaboração de planos de prevenção e proteção contra incêndio (PPCI) em edificações e áreas de risco, além de determinar a elaboração e implantação de

planos de emergência e contingência em edificações, áreas de risco e instalações. Ela tem como principal objetivo garantir a segurança das pessoas e do patrimônio em situações de um possível sinistro, como incêndios, vazamentos de produtos químicos, deslizamentos de terra, entre outras situações de emergência.

2.2.1.4 Lei Estadual e/ou Municipal

Além das já citadas legislações federais, diversos estados e municípios brasileiros possuem suas próprias leis e regulamentações que tratam da prevenção e proteção contra incêndios. Essas leis variam de acordo com a localidade e devem por obrigação ser seguidas em conjunto com as normas federais.

2.2.1.5 Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros

Os Corpos de Bombeiros Militares de cada estado transmitem Instruções Técnicas que detalham cada um dos requisitos específicos necessário para a prevenção e proteção contra incêndios em edificações e áreas de risco. Essas instruções devem ser seguidas para a obtenção do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB) ou Certificado de Licença do Corpo de Bombeiros (CLCB).

2.2.1.6 Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP)

Alguns estados, como São Paulo, possuem um código específico que regulamenta as questões de segurança contra incêndio e pânico em edificações. O Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) estabelece diretrizes específicas para a construção, reforma e manutenção de edificações, levando em consideração aspectos como a prevenção de incêndios, a detecção precoce de focos de fogo, a evacuação eficiente e a atuação das equipes de combate a incêndios. Ele também define padrões para a sinalização de segurança, sistemas de extintores, saídas de emergência, iluminação de emergência, entre outros elementos cruciais para a segurança.

2.2.2 Projeto de Prevenção e Proteção contra Incêndio (PrPCI)

Além da edificação possuir um projeto de segurança contra o fogo bem planejado e integrado com os elementos arquitetônicos e os demais projetos, o mesmo deve ser executado de acordo com o projetado e deve permanecer em condições de utilização máxima. É de suma importância realizar inspeções, testes e manutenção constantes no sistema de segurança executado, bem como possuir uma brigada de incêndio para agir de forma eficaz no combate ao fogo e comandar a saída dos ocupantes da edificação (BRENATO 2011).

Segundo a Lei Complementar nº 14.376/13, as edificações em áreas de risco de incêndio, devem ser classificadas segundo algumas características específicas, sendo elas o nível de ocupação da edificação, a altura da edificação, a carga de incêndio, as propriedades construtivas da edificação e a sua dimensão em planta. Estas classificações são necessárias para um correto dimensionamento do PPCI, sendo seus parâmetros importantes para verificarmos a proteção necessária em sua elaboração, para estas classificações utilizamos

tabelas presente nas NBR 9077/2001 que trata de saídas de emergência, NBR 12.693/2013 que trata de Sistemas de proteção por extintores de incêndio e a NBR 10898/1999 que trata de Sistemas de iluminação de emergência.

2.2.2.1 Classificação das edificações segundossuas características

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitações unifamiliares	Casas térreas ou assobradadas, isoladas ou não
		A-2	Habitações multifamiliares	Edifícios de apartamentos em geral
		A-3	Habitações coletivas (grupos sociais equivalentes à família)	Pensionatos, internatos, mosteiros, conventos, residenciais geriátricos
B	Serviços de hospedagem	B-1	Hotéis e assemelhados	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, albergues, casas de cômodos
		B-2	Hotéis residenciais	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, hotéis residenciais)
C	Comercial varejista	C-1	Comércio em geral, de pequeno porte	Amarinhos, tabacarias, mercearias, fruteiras, butiques e outros
		C-2	Comércio de grande e médio portes	Edifícios de lojas, lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	Centros comerciais	Centros de compras em geral (<i>shopping centers</i>)

Quadro 1. Classificação das edificações relacionado à sua ocupação.

Fonte: NBR 9077 (2001)

O quadro 1 apresenta a tabela que classifica as edificações quanto à sua ocupação, essa classificação é essencial para garantir o desenvolvimento ordenado e seguro da edificação que contara com um Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PrPCI) condizente com as atividades que serão desenvolvidas na edificação, assim minimizando potenciais sinistros que possam vir a ocorrer.

Código	Tipo de edificação	Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
	Denominação	
K	Edificações térreas	Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m
L	Edificações baixas	$H \leq 6,00 \text{ m}$
M	Edificações de média altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00 \text{ m}$
N	Edificações medianamente altas	$12,00 \text{ m} < H < 30,00 \text{ m}$
O	Edificações altas	0 - 1 $H > 30,00 \text{ m}$ ou
		0 - 2 Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12,00 \text{ m}$

Quadro 2: Classificação das edificações relacionado à sua altura

Fonte: NBR 9077 (2001)

O quadro 2 apresenta a tabela que classifica as edificações quanto à sua altura, é necessário fazer a análise da altura da edificação para escolher o sistema que melhor se adequa ao edifício em questão, assim fazendo um bom dimensionamento do Projeto de Prevenção e Proteção contra Incêndio (PrPCI).

Código	Tipo	Especificação	Exemplos
X	Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis	Prédios estruturados em madeira, prédios com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros
Y	Edificações com mediana resistência ao fogo	Edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos	Edificações com paredes-cortinas de vidro ("cristaleiras"); edificações com janelas sem peitoris (distância entre vergas e peitoris das aberturas do andar seguinte menor que 1,00 m); lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros
Z	Edificações em que a propagação do fogo é difícil	Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos	Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com para-rios de alvenaria sob as janelas ou com abas prolongando os entrepisos e outros

Nota: Os prédios devem, preferencialmente, ser sempre projetados e executados dentro do tipo "Z".

Quadro 3. Classificação das edificações relacionado à sua carga de incêndio específica

Fonte: NBR 9077 (2001)

O quadro 3 apresenta a tabela que classifica as edificações quanto às suas características construtivas, as edificações demonstram diferentes resistências à propagação do fogo dependendo do tipo de estrutura e materiais que serão utilizados.

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO A SUA CARGA DE INCÊNDIO ESPECÍFICA	
RISCO	Carga de incêndio específica (MJ/m²)
BAIXO	Até 300
MÉDIO	Entre 300 e 1200
ALTO	Acima de 1200

Quadro 4. Classificação das edificações quanto a sua carga de incêndio específica

Fonte: NBR 9077 (2001)

O quadro 4 apresenta a tabela que classifica as edificações quanto às suas cargas de incêndios específicas, antes deve-se entender a distinção entre carga de incêndio e carga de incêndio específica, a carga de incêndio se refere à quantidade total de material combustível presente em um espaço ou edificação. Isso inclui todos os materiais que podem pegar fogo, como móveis, objetos, tecidos, papel, madeira, plástico, entre outros. A carga de incêndio é medida em termos de peso, geralmente em quilogramas ou libras por metro quadrado (kg/m² ou lb/ft²). Quanto maior a quantidade de materiais combustíveis em um espaço, maior será a sua carga de incêndio.

Carga de incêndio específica, por outro lado, leva em consideração não apenas a quantidade total de material combustível, mas também a área em que esse material está distribuído. É calculada dividindo-se a carga de incêndio pelo tamanho da área em que os materiais combustíveis estão presentes. A unidade de medida típica é kg/m² ou lb/ft². A carga de incêndio específica é importante para avaliar a densidade de combustíveis em uma determinada área e pode ser usada para determinar a necessidade de medidas de segurança contra incêndio, como a instalação de sprinklers, extintores, saídas de

emergência, entre outras, quanto a sua carga de incêndio específica as edificações são classificadas em risco baixo, risco médio e risco alto.

2.2.3 Plano de Prevenção e Proteção contra Incêndios (PPCI)

Segundo Brentano (2007, p. 36) Os projetos de edificações, no último século, passaram por avanços com novas soluções arquitetônicas por conta da utilização de novos materiais, como por exemplo as estruturas de concreto armado e de aço. Ainda complementa dizendo que tudo isso estimulou uma grande verticalização das edificações e uma concentração maior de pessoas em pequenos espaços e áreas urbanas e, como consequência disto, maiores riscos por ocasião de um incêndio.

De acordo com Telmo Brentano (2010) “A importância, em ordem de prioridade, da proteção contra incêndios em edificações é a preservação da vida humana, do patrimônio (o imóvel, móveis, equipamentos, material armazenado, assim como bens de valor inestimável) e a garantia da continuidade de processos produtivos (de indústrias ou empreendimentos comerciais) em caso de incêndio”. Investir em prevenção sempre trará resultados positivos, pois além de evitar ainda torna fácil o controle do sinistro caso ele venha a ocorrer, assim prevenindo prejuízos materiais e preservando a vidas das pessoas que ocupam aquele edifício.

As medidas de proteção passiva ou preventiva correspondem a um conjunto de medidas adotadas durante a elaboração do projeto arquitetônico da edificação e de seus projetos complementares, com o objetivo de minimizar as possibilidades da eclosão de um incêndio, bem como de reduzir as condições propícias para o seu alastramento para o resto da edificação e para edificações vizinhas (BRENTANO, 2010).

3. CONCLUSÃO

Condizente com os resultados obtidos, torna-se evidente que as instalações de proteção e combate a incêndio são de fundamental importância para a segurança de pessoas, bens e propriedades. Tendo sua importância residindo em várias áreas como proteção de vidas, proteção de bens, prevenção e controle, redução de custo e comprimento de normas.

Em resumo, as instalações de proteção e combate a incêndio desempenham um papel crítico na prevenção, detecção e contenção de incêndios. Elas são um investimento essencial em qualquer ambiente construído para lidar com a ameaça potencial de incêndio, logo é justificável que essa área deva receber um papel de destaque no projeto e ser tratada com máxima notabilidade.

Ademais, o trabalho teve como um de seus objetivos a conscientização de empresários proprietários de instalações comerciais ou industriais e moradores de residências com multipavimentos, pois o conhecimento sobre prevenção e combate a incêndios torna as comunidades mais seguras, uma vez que as pessoas estão mais preparadas e informadas de como evitar situações de risco e proceder de forma adequada em caso de um possível sinistro. Já em instalações comerciais e industriais, a conscientização sobre incêndios cria um ambiente de trabalho mais seguro, isso não apenas protege os funcionários, mas também aumenta a produtividade e a confiança dos trabalhadores em seus empregadores pois estão cientes que existem medidas de segurança que estão em vigor para protegê-los em caso de incêndio.



O trabalho também explanou e apresentou de forma literal as normas e legislações relacionadas à prevenção e combate a incêndio, mostrando como essas medidas são fundamentais para garantir a segurança das pessoas, a proteção de bens e o cumprimento das obrigações legais. Esta é uma responsabilidade que se estende a indivíduos, empresas e instituições, e é essencial para criar um ambiente mais seguro e preparado para enfrentar potenciais emergências.

Apesar de suas limitações, a presente pesquisa abre um leque de possibilidades para possíveis novos estudos, motivando e instigando os leitores a pesquisar sobre o tema, pois se trata de uma área com uma imensa importância, mas que infelizmente ainda é tratada com negligência por muitos indivíduos. Acredito que é fundamental incentivar estudos na área para que aja um progresso em relação a inovações e que se conduza uma conscientização coletiva que resulte no cumprimento das normas.

Referências

FERRETI, Luís Renato. PLANO DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM IMÓVEL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC. 2017. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/3827>. Acesso em: 21 de agosto de 2023.

PALMA, José Carlos Fleck. A IMPORTÂNCIA DO PPCI PARA A SOCIEDADE: AVALIAÇÃO BASEADA NA PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS, USUÁRIOS DAS EDIFICAÇÕES E IDEALIZADOR DA LEI KISS. 2016. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148784>. Acesso em: 28 de agosto de 2023.

LUCAS, Juliana Fenner. CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO – PR – 2011: AS NOVAS EXIGÊNCIAS PARA MEDIDAS DE PROTEÇÃO ATIV. 2012. 54f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20383>. Acesso em: 12 de setembro de 2023.

NUNES, Julyana Ferreira Nunes. PLANO DE PROTEÇÃO E PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO (PPCI) DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIPAVIMENTADA NA CIDADE DE PALMAS-TO. 2017. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2017. Disponível em: <https://ulbra-to.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/663>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

PEREZ, Lisiane Iwashita. IMPORTÂNCIA DA PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS COMO SEGURANÇA DOS TRABALHADORES NA VISÃO EMPRESARIAL: CASO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA. 2014. 53f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/23325>. Acesso em: 10 de setembro de 2023.

REYNOSO, William Rios. PPCI: PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO EM UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL MISTA. 2018. 22f. Artigo (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Anhangueira Uniderp, 2018. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/ppci_prevencao_e_combate_a_incendio_em_uma_edificacao_comercial_mista_0.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

RIBEIRO, Breno Guedes. IDENTIFICAÇÃO DOS SISTEMAS PREVENTIVOS DE COMBATE A INCÊNDIO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA CIDADE DE CAJAZEIRAS - PB. 2019. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1391>. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

SANTANA, Adrielly de Azevedo. PLANO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO DA IGREJA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO – POMBAL – PB. 2022. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2022. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/26949>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9077/01;

_____. NBR 13434/04: Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico – Parte 1
Rio Janeiro, 2004.

_____. NBR 13434/04: Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico – Parte 2
Símbolos e suas formas, dimensões e cores Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 12693/13: Sistemas de Proteção por extintor de Incêndio. Rio de Janeiro,
2013.

_____. NBR 10898/13: Sistema de Iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

BRENTANO, T. Proteção contra Incêndios e Explosões: Plano de prevenção contra incêndio e instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.

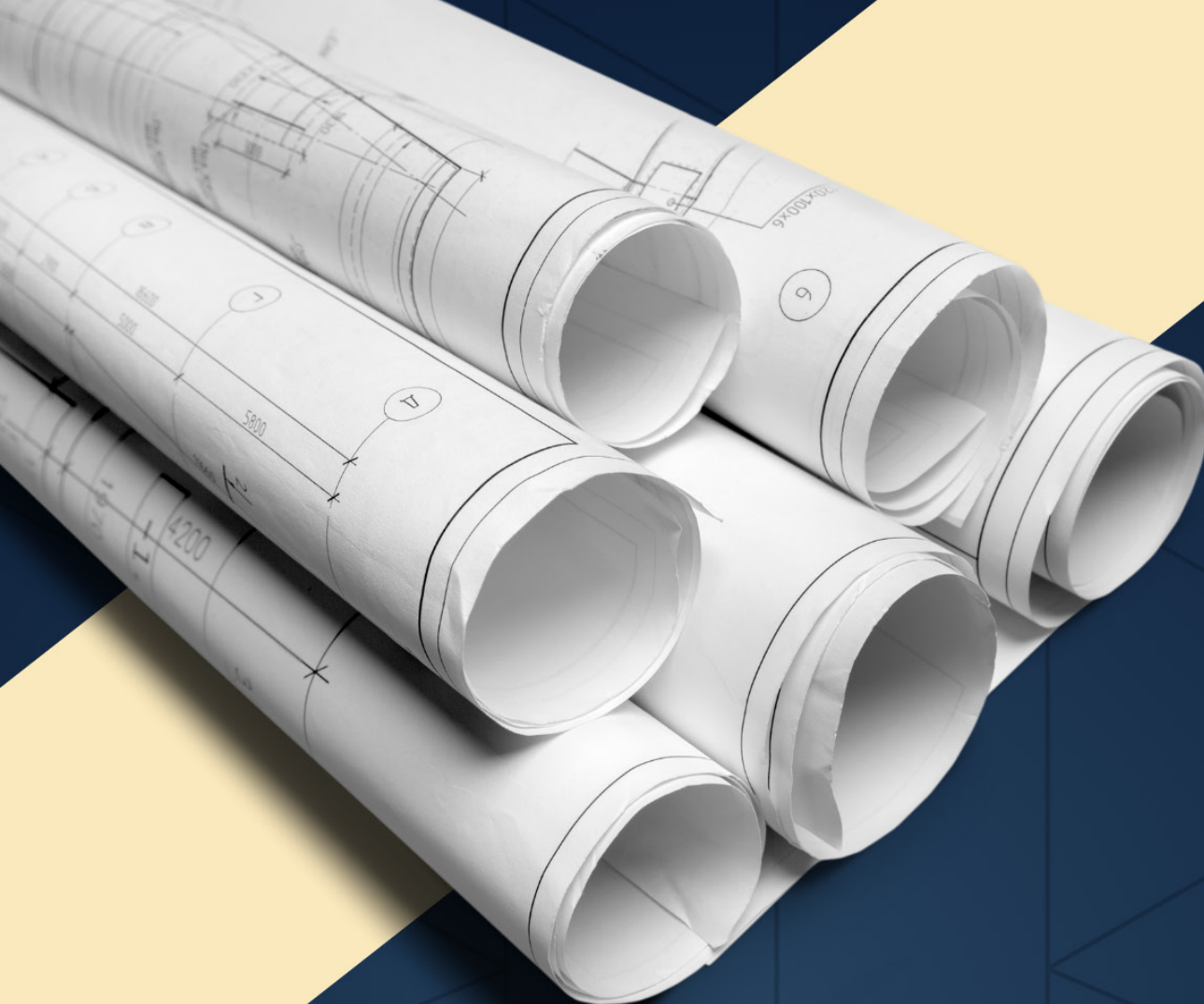
BRENTANO, Telmo. Proteção contra Incêndios no Projeto de Edificações. 2. ed. Porto Alegre, 2010.

BRENTANO, T. A Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações. 1. ed. Porto Alegre: Color, 2007.

DEL CARLO, U. A segurança contra incêndio no mundo. In: SEITO, A. I; GILL, A. A; PANNONI, F. D; ONO, R; SILVA, S. B; DEL CARLO, U; SILVA, V. P. (Coord.). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto, 2008. p. 1-8.

SEITO, A. I. et al. A segurança contra incêndios no Brasil. Editora projeto: São Paulo, 2008





29

RACIONALIZAÇÃO, INDUSTRIALIZAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**RATIONALIZATION, INDUSTRIALIZATION AND
TECHNOLOGICAL INNOVATION IN CIVIL CONSTRUCTION**

Gabriel Araújo Soares

Resumo

A racionalização na construção civil, com ênfase no processo de industrialização e uso de inovação tecnológica é o tema dessa pesquisa. Foi aplicado o método de revisão de literatura, sendo incluídos trabalhos produzidos entre 2019 e 2023. O objetivo da pesquisa foi discutir a importância da aplicação dos conceitos de racionalização e inovação tecnológica na industrialização do setor da construção civil. Foram apresentados conceitos relativos à racionalização, especialmente interconectados ao processo de planejamento, além da referência à ferramentas como o Building Information Modeling (BIM) que vêm sendo incorporado à Construção 4.0. Conclui-se que para que seja implementada uma cultura de racionalização em um projeto é necessário conhecer e aplicar as ferramentas de planejamento mais adequada, segundo o escopo de cada projeto, visando contemplar todas as etapas, desse o projeto até a análise dos resultados pós-entrega, objetivando não somente o aumento dos lucros em decorrência do melhor aproveitamento e economia de recursos, mas também como forma de agregar valor ao trabalho e eficiência da equipe.

Palavras-chave: Construção Civil, Racionalização, Planejamento.

Abstract

Rationalization in civil construction, with an emphasis on the industrialization process and the use of technological innovation, is the theme of this research. The literature review method was applied, including works produced between 2019 and 2023. The objective of the research was to discuss the importance of applying the concepts of rationalization and technological innovation in the industrialization of the construction sector. Concepts related to rationalization were presented, especially interconnected with the planning process, in addition to reference to tools such as Building Information Modeling (BIM) that have been incorporated into Construction 4.0. It is concluded that in order for a culture of rationalization to be implemented in a project, it is necessary to know and apply the most appropriate planning tools, according to the scope of each project, aiming to cover all stages, from the project to the analysis of post-results. delivery, aiming not only to increase profits as a result of better use and savings of resources, but also as a way of adding value to the team's work and efficiency.

Keywords: Civil Construction. Rationalization. Planning.



1. INTRODUÇÃO

A racionalização consiste em melhorar, por meio de pequenas mudanças e melhorias, o processo de produção amplamente compreendido, o que o torna mais eficaz. A racionalização da execução das obras se faz indispensável nos empreendimentos, grandes ou pequenos, visto que interfere positivamente nos custos de produção de cada unidade, o que pode se reverter em uma maior margem de lucro para uma construtora.

Os objetivos de empresas de construção civil é apresentar empreendimento cuja qualidade atenda as expectativas dos clientes, além de obter os melhores ganhos ao mesmo tempo em que controla os custos de produção, utilizando as técnicas construtivas e materiais que atendam as normas vigentes e otimizando os recursos disponíveis. Nesse contexto, sem essa sistemática gerencial, os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: prazo, custo, lucro, retorno do investimento e o fluxo de caixa.

A construção civil tem como característica mais marcante e alarmante a sua baixa produtividade. Esta indústria tão importante para o desenvolvimento de qualquer país, deve estudar métodos de contornar a baixa capacitação da mão-de-obra, pouca utilização de novas tecnologias, e inovar no uso de materiais e processos construtivos. A racionalização de materiais, mão de obra e equipamentos, pode ser associada à inovação e ao uso de novas tecnologias construtivas de modo que se obtenha o máximo de produtividade com um menor custo, maximizando os lucros.

Com a chegada do conceito 4.0 na construção, o planejamento de projetos deve seguir as tendências de racionalização e de utilização de novas tecnologias, incluindo ferramentas e softwares de gestão de projetos, tendo como aliada a Tecnologia da Informação e se adequando às novas demandas de mercado. Portanto, qual a importância da racionalização, industrialização e inovação tecnológica na perspectiva da Construção 4.0?

Sendo assim, o objetivo geral desse artigo é discutir a importância da aplicação dos conceitos de racionalização e inovação tecnológica na industrialização do setor da construção civil. Já como objetivos específicos, apresentam-se: apresentar os conceitos e princípios da racionalização na construção civil; e conhecer as vantagens trazidas pela incorporação da inovação tecnológica na industrialização do setor da construção civil.

A Construção 4.0 abrange a implementação industrial de novos sistemas de construção, o uso de digital nos canteiros de obras e nas obras entregues. Envolve a aplicação dos conceitos da indústria 4.0, sinônimo de quarta revolução industrial, que se originou do setor manufatureiro alemão, que foi trazida para a indústria da construção civil com a intenção de trazer a evolução inerente a aplicação de novas tecnologias em todos os seus processos.

No processo de construção em larga escala, empregar os recursos de maneira racional é uma questão fundamental diante das demandas da Construção 4.0. Para esse fim, a inovação e aplicação de novas tecnologias se faz fator decisivo. Então, para que os profissionais possam atuar de forma eficiente devem conhecer os princípios que norteiam os processos da construção civil nesse cenário tecnológico, justificando o desenvolvimento dessa pesquisa, que pretende relacionar a importância da racionalização e a inovação tecnológica na industrialização da construção civil.

O engenheiro responsável deve ter essa visão desde a concepção do projeto, visto que os desperdícios ou aplicações inadequadas de recursos devem ser evitados desde o planejamento de um empreendimento. Assim, essa pesquisa pode auxiliar esses profissio-

nais em suas práticas ao apresentar um referencial teórico científico, baseado em estudos nacionais, sobre essa realidade de mercado.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizado o método de revisão de literatura, que é baseado no levantamento de referências teóricas publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, periódicos especializados, trabalhos de pesquisa de cunho científico, sites especializados, dentre outros.

Assim, seguindo o método definido para construção textual deste trabalho, a pesquisa foi pautada em livros de referência, artigos e diversos materiais acadêmicos e científicos referentes à temática e disponíveis em bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Foram pesquisados os termos, juntos e/ou separados: a) “racionalização”; b) “construção civil”; c) “Construção 4.0”; d) “inovação”. Foram incluídos 10 trabalhos publicados nos últimos cinco anos, ou seja, a partir de 2019.

3. RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A racionalização do trabalho teve início nos Estados Unidos, na grande crise enfrentada em 1929, com um excesso de produção sem consumo. Trabalhadores reivindicavam por uma legislação social que regulamentasse a relação trabalho – capital, que incluía melhores condições de trabalho, redução na jornada de trabalho, melhores salários etc. (SOUZA, 2021).

As indústrias tiveram que mudar seu método de trabalho, devido à grande quantidade de mão de obra desqualificada desempregada, e para poder absorver essa mão de obra os engenheiros foram peças fundamentais, responsáveis por revolucionar o ramo industrial, desenvolvendo novas tecnologias e novos ramos da indústria, de forma que os operários apenas precisariam aprender com os engenheiros o modo de operar as máquinas (AGUILAR *et al.*, 2022).

O pensamento cartesiano teve grande influência nesse novo âmbito das indústrias, que consistia em tudo que era complexo podia ser estudado a partir do seu fracionamento em elementos mais simples. A especialização numa parte do processo produtivo permitiria melhor compreensão do todo (CARVALHO, 2020).

Pode-se entender o procedimento de construção como o conjunto de técnicas usadas para construir qualquer uma das unidades que constituem os sistemas de construção. É, portanto, um conceito relacionado à técnica de construção em cada caso e, portanto, pode evoluir ao longo do tempo e permitir avanços na inovação e melhoria de edifícios e seu processo de construção (FERREIRA FILHO; GONÇALVES; PINHEIRO, 2021).

A palavra racionalizar tem sido usada profusamente na área de construção civil para enfatizar maneiras de conduzir um processo de construção apropriado à tarefa empreendida, considerando diretamente os meios técnicos e econômicos disponíveis em um contexto particular. É um conceito que tenta definir a possibilidade de aplicar certos sistemas (métodos) de produção industrial ao processo de construção, entendendo o caminho da produção que vai do projeto à sua execução e manutenção subsequente do edifício (NAKAMURA *et al.*, 2020).



Deve-se lembrar que cada edifício pode ser entendido como um protótipo e, como tal não faria sentido falar de uma produção industrial de edifícios, mas de um processo industrial de execução de edifícios, o que implica uma série de opções: produção industrial de elementos de construção, que é realizada em várias ocasiões, especialmente em casos de pré-fabricação; processo simplificado e eficiente de execução no local, com técnicas industriais que facilitam as operações e reduzem a incidência de trabalho, com uma coordenação modular de projetos para facilitar a montagem com o uso de elementos de catálogo; e, processo industrializado de produção de unidades espaciais, montadas no local (SILVA *et al.*, 2019).

Nesse sentido, houve várias evoluções nas últimas décadas, desde o final da Segunda Guerra Mundial, com momentos de maior uso, seguidos pelo esquecimento dessas abordagens, mas, na realidade, permanece a necessidade, o que explica as soluções industrializadas que são ciclicamente sugeridas, especialmente por que a redução do consumo de material e da intensidade de mão-de-obra na construção de edifícios é uma tarefa tópica tanto para a teoria quanto para a prática da produção de empreendimentos da construção civil. Para esse fim, existem muitas maneiras de obter um efeito econômico adequado durante a reconstrução ou a construção de edificações e estruturas. Assim, a Figura 1 mostra as principais características da racionalização construtiva (CARVALHO, 2020).

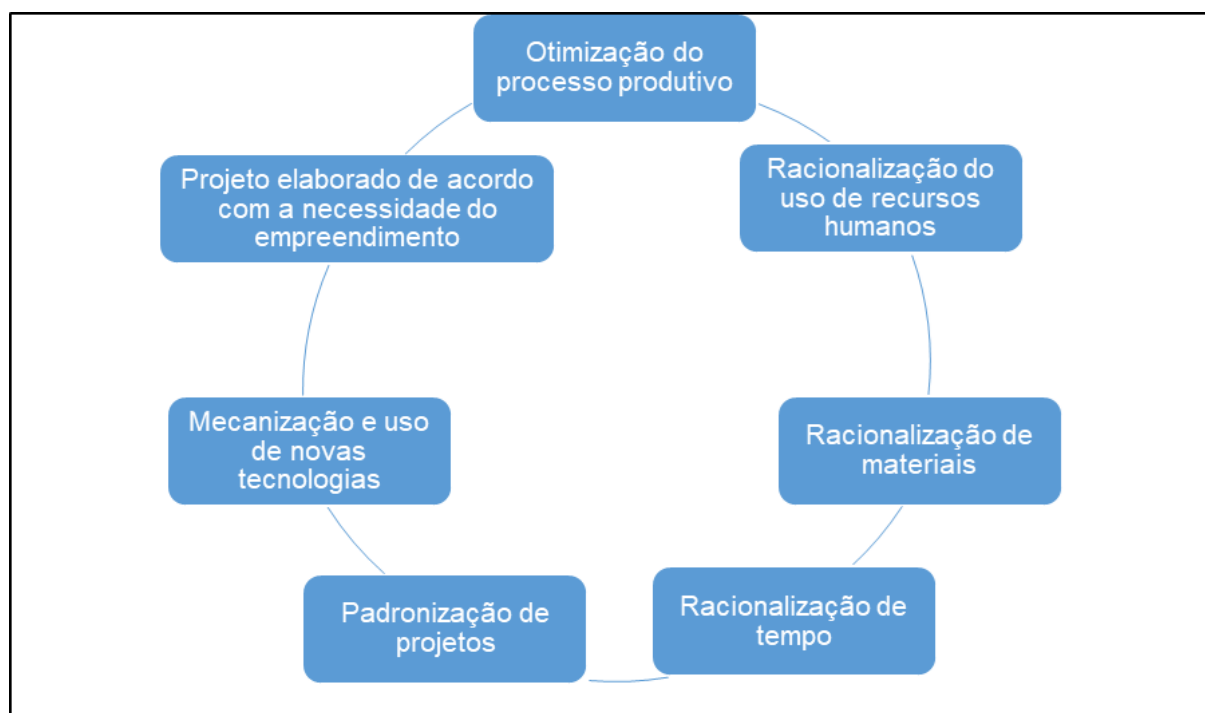


Figura 1. Principais características da racionalização construtiva

Fonte: Adaptado de França *et al.* (2019)

Durante as últimas décadas, a redução do consumo de material de estruturas de edifícios, mantendo suas características de rigidez e resistência, tem sido o principal resultado buscado pela construção civil (NAKAMURA *et al.*, 2020).

A importância de abordar uma boa racionalização é manter a padronização da qualidade e diminuir prazos e custos, pois segundo os princípios da racionalização construtiva, a mesma deve proporcionar a aplicação ótima de todos os recursos no processo produtivo, através da adequação tecnológica e da mudança organizacional dos processos tradicionais de construção, contribuindo com a movimentação econômica gerada pela produção de um empreendimento que por sua vez contribui para gerar crescimento nas taxas de

emprego e demandas de mercado (TULLIO, 2021).

A racionalização na construção civil é suma importância, pois se traduz em um bom planejamento que busca canalizar o máximo de informações dos mais diversos setores da empresa, a fim de que o planejamento da obra leve em conta todos os detalhes pertinentes (HORTA, 2020). A Figura 2 ilustra uma proposta de racionalização de uma obra.



Figura 2. Esquema de racionalização de projeto de construção civil

Fonte: Horta (2020)

Pode-se citar como relatórios mais importantes nesta fase a NBR 12.721/2006 que trata da avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifício em condomínio, orçamento detalhado da obra, para fins de acompanhamento e controle físico-financeiro, cronograma físico-financeiro da obra, fluxo de desembolso de despesas por insumos, para a aprovação da diretoria, relatórios de acompanhamento físico-financeiro, documentação técnica para obtenção de financiamento (NAKAMURA et al., 2020).

Além disso, a construção civil tem o compromisso com a entrega dos empreendimentos, assim como a preservação ambiental, abrindo caminhos para o progresso social e enfrentando o desafio de atuar com práticas sustentáveis que acompanhem a legislação vigente e a evolução do setor, na forma da Construção 4.0 (NAKAMURA et al., 2020).

Pode-se considerar o setor de construção civil dividido em dois grupos: o setor de serviços ou obras empreitadas e o setor de produtos ou empreendimento. O setor de serviços ou obras empreitadas é definido pela oferta de construção ou empreitadas, subdividido nas especialidades: edificação (residenciais, comerciais, institucionais), construção pesada (obras de saneamento, hidrelétricas, infraestrutura viária, urbana e industrial, dentre outras), montagem industrial (montagem de estruturas para instalação de indústrias, sistema de telecomunicações, transmissão e distribuição de energia elétrica). Toda execução da obra deve seguir conforme as normas, as especificações técnicas, visando ainda atender os prazos estabelecidos. Todos os riscos e encargos de execução são de responsabilidade da construtora (OLIVEIRA, 2021).

No setor de produtos ou imobiliário, as empresas trabalham principalmente em obras de edificação, no chamado mercado aberto: imóveis residenciais, corporativos, comerciais.

A imobiliária é responsável por toda articulação do empreendimento, que vai desde o estudo da viabilidade, compra do terreno e formatação do produto a ser desenvolvido (TULLIO, 2021).

O empreendimento imobiliário opera em um ambiente de grandes riscos, pois a instabilidade é grande devido às particularidades como a incerteza da demanda, já que não se conhecem previamente os compradores; os imóveis são comercializados a preços fechados e, como acontecem em prazos longos, as oscilações econômicas podem surpreender; os desempenhos de construir e empreender nem sempre seguem o mesmo pensamento, gerando divergências (NAKAMURA *et al.*, 2020).

Em ambas as situações, ou áreas de atuação, é essencial que cada empreiteira tenha em conta que seus lucros dependem de todo um trabalho de planejamento, e que fazer a racionalização de um canteiro de obras pode trazer resultados significativos nos lucros, especialmente quando o mercado está estagnado e qualquer resultado positivo pode fazer a diferença na economia dos custos, gerando lucros (OLIVEIRA, 2021).

No setor de produtos ou imobiliário, as empresas trabalham principalmente em obras de edificação, no chamado mercado aberto: imóveis residenciais, corporativos, comerciais. A imobiliária é responsável por toda articulação do empreendimento, que vai desde o estudo da viabilidade, compra do terreno e formatação do produto a ser desenvolvido (SILVA *et al.*, 2019).

Então, a chamada racionalização de materiais visa eliminar ou tornar mínimo o desperdício de insumos. Por exemplo, em um orçamento de construção bem construído, deve haver bastante laminado de zinco para telhados, sendo algo que deve ser medido antecipadamente. Para que a racionalização funcione, é necessário aplicar o conceito de modulação, que consiste em considerar as dimensões dos elementos construtivos para que se adaptem da melhor maneira aos espaços, sem desperdício, o que exige planejamento (OLIVEIRA, 2021).

Por sua vez, a Construção 4.0 pode ser definida como uma grande mudança, permitindo conectar o espaço físico e o ciberespaço, empurrando o experimento além do *Building Information Modeling* (BIM), incluindo a transição digital, digitalizando todos os aspectos dos negócios e todos os processos. E isso vai desde a pré-fabricação à impressão 3D, incluindo a automação, que automatiza as tarefas mais repetitivas, bem como o processamento de dados, a fim de facilitar a tomada de decisões. Usando tecnologias de conectividade em tempo real, a construção da nova geração pretende favorecer uma abordagem mais tecnológica e mais abrangente da construção, a fim de responder aos muitos desafios enfrentados pelo setor (TULLIO, 2021).

As tecnologias digitais contribuem para a transparência de custos, eficiência e cumprimento de cronogramas em projetos de infraestrutura. A melhor disponibilidade e interligação de dados garante melhores opções de planejamento, controle e coordenação para todos os envolvidos nos projetos de construção. Cronogramas, custos e riscos podem ser determinados de forma mais simples, antecipada e precisa e completamente controlados (SILVA *et al.*, 2021).

A digitalização consistente de todas as informações de construção relevantes para o planejamento e implementação como um modelo de construção virtual é descrita como BIM, abreviadamente. Este método utiliza significativamente mais informações do que os modelos tradicionais de Tecnologias da Informação (TI) e cria um banco de dados sincronizado que todos os envolvidos na construção podem acessar (PILAR *et al.*, 2019).

A digitalização não ignora a indústria da construção. Mudanças disruptivas já são evi-

dentes nos objetos arquitetônicos e nos processos de planejamento e execução para sua realização. Duas siglas dominam a discussão sobre digitalização na construção: IoT e BIM (SANTOS, 2022).

A visão por trás da IoT (Inglês: Internet das Coisas) e os conceitos, métodos e tecnologias resultantes desta visão estão a mudar os requisitos do planejamento vigente de edifícios devido ao seu potencial disruptivo. Um aumento da eficiência (por exemplo, aquecimento, ventilação, ar condicionado) e do nível de segurança (por exemplo, proteção contra incêndios, proteção contra roubo) podem ser alcançados por meio da utilização de novas tecnologias. A experiência do edifício também está a mudar, embora anteriormente fosse determinada pela dualidade do espaço e do ambiente, com a IoT a interação digital do utilizador com o edifício também influencia a experiência (SIMÃO et al., 2021).

Os aplicativos de smartphone podem ser usados para individualizar a luz ou o clima interno em edifícios equipados com a tecnologia de construção apropriada e para encontrar rotas em edifícios complexos, como shopping centers ou aeroportos, ou com AR (Inglês: Realidade Aumentada) fornecem informações digitais adicionais sobre uma localização de uma pessoa dentro da estrutura (HORTA, 2020).

Verifica-se então que a arquitetura, a construção civil e a automação predial podem se associar para criar os chamados espaços inteligentes, conduzindo às experiências de construção inteiramente inovadoras com uma trindade de espaço, estrutura e IoT e obtêm incrementos na eficiência dos recursos empregados. Essa inovação tem originado uma transformação no que é planejado e construído.

A Construção 4.0 inclui não apenas o uso do digital nos canteiros de obras e nas obras entregues, mas também a instalação de novos sistemas de construção. O conceito é baseado em uma ampla gama de tecnologias, incluindo, entre outros, a Internet das Coisas, o BIM, sistemas ciberfísicos ou mesmo a computação na nuvem, assim como outras ferramentas digitais de revisão de projetos (NAKAMURA et al., 2020).

Entende-se, dessa forma que é dessas novas tecnologias que a construção 4.0 visa gerenciar automaticamente todo o ciclo de vida dos projetos, desde a origem até a operação dos edifícios. Entre as muitas possibilidades oferecidas por esse conceito, encontra-se, em particular, monitoramento de desempenho, implementação de gerenciamento eficaz de manutenção preventiva, modelagem 4D ou 5D, tudo isso sem esquecer de considerar o BIM como a base da estratégia de digitalização das empreiteiras.

Portanto, é necessário um planejamento das obras e dos custos destas, assim como implementar sistemas que possam organizar todos os materiais e recursos físicos e humanos da forma mais eficiente, trazendo como benefícios o menor desperdícios de materiais, melhor aplicação da mão de obra, economia de uso de recursos como eletricidade e água, promovendo assim a redução dos custos de uma obra.

Nesse sentido, a partir da análise dos saberes dos autores aqui utilizados, verifica-se que alguns dos benefícios da racionalização utilizando a inovação e a digitalização na construção civil, especialmente com a utilização de ferramentas como o modelo BIM é a otimização da racionalização pela geração, gerenciamento, disponibilidade e manutenção de informações sobre o empreendimento em todas as suas fases de implementação, promovendo um melhor planejamento das atividades e alocação de recursos, além da possibilidade de alteração do percurso conforme necessidades verificadas.

4. CONCLUSÃO

Na indústria da construção, com ênfase no processo de evolução 4.0, um bom planejamento do projeto é uma diretriz crucial para que todas as partes envolvidas continuem trabalhando de forma rápida e eficiente. Cada projeto geralmente prossegue de acordo com fases fixas, muitas vezes consecutivas. Em muitos casos, não é possível iniciar a próxima fase de um projeto até que a fase em andamento seja concluída com êxito. Portanto, é importante que sejam descritos claramente em todos os projetos as etapas ou fases associadas ao planejamento da execução, para que se tenha uma visão geral e se saiba exatamente o que precisa ser feito, quando e em que ordem.

Neste contexto, destaca-se a racionalização, que é um dos princípios de planejamento estratégico e gerenciamento de um projeto de construção civil, sendo considerada uma questão vital, tanto de natureza aplicada quanto nos custos. Para racionalizar e otimizar os padrões de planejamento de um projeto, operando segundo o que foi estabelecido e com o orçamento disponível, é necessário aplicar uma abordagem científica que possa garantir a conclusão de um empreendimento.

Os principais objetivos da racionalização na construção são a conclusão do trabalho dentro do orçamento estimado e do tempo especificado, manter uma reputação de mão-de-obra de alta qualidade, a partir da tomada de decisões sólidas e delegação de competências para desenvolver uma organização que trabalha em equipe.

O setor da construção tem aderido às novas tecnologias e à inovação, recorrendo a técnicas cada vez mais originais e a métodos de implementação adaptados, a fim de cumprir os prazos de implementação cada vez mais rigorosos e os requisitos mais rígidos em matéria de ambiente e qualidade. Esta pressão da implementação e da regulamentação conduz automaticamente à racionalização.

Mas deve-se destacar que a utilização da inovação e tecnologias como o sistema BIM não significa a substituição de pessoas responsáveis pela atividade criativa por modelos pré-determinados ou pela inteligência artificial, uma vez que essas tecnologias não são responsáveis pelo projeto, planejamento e racionalização de um empreendimento em si, mas são meios de minimizar ou eliminar erros humanos e permitem facilitar a catalogação, gerenciamento e transferência de informações da equipe de processamento para todos que participam do processo de construção.

Conclui-se que para que seja implementada uma cultura de racionalização em um projeto é necessário conhecer e aplicar as ferramentas de planejamento mais adequada, segundo o escopo de cada projeto, visando contemplar todas as etapas, desse o projeto até a análise dos resultados pós-entrega, objetivando não somente o aumento dos lucros em decorrência do melhor aproveitamento e economia de recursos, mas também como forma de agregar valor ao trabalho e eficiência da equipe.

Referências

AGUILAR, Arthur Remigio Dantas *et al.* Alternativas modulares na construção civil e sua influência sobre a racionalização da obra. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 10, out. 2022. Disponível em: https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2022/1138_alternativas_modulares_na_construcao_civil_e_sua_influencia_sobre_a_ra.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

CARVALHO, Bruno Soares de. **Um método de entrega de projeto para construção modular baseado nos princípios Lean**. 2020. 158f. Tese (Doutorado - Engenharia de Construção Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/69110>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FERREIRA FILHO, Celso Modesto; GONÇALVES, Paulo José Simão; PINHEIRO, Érika Cristina Nogueira Marques. Os desafios do sistema construtivo modular, a partir de estudo de caso realizado no lote nº 25, Condomínio Reserva Do Parque, Manaus/AM. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 109275–109290, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n11-517. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/40272>. Acesso em: 12 abr. 2023.

FRANÇA, André de Paula et al. Sistema construtivo de blocos de encaixe: uma experiência didática de integração em tecnologia da construção, desenvolvimento e design de produto. In: **VII ENSUS, Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC**, Florianópolis, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sofia-Bessa/publication/331641261_Sistema_construtivo_de_blocos_de_encaixe_uma_experiencia_didatica_de_integracao_em_tecnologia_da_construcao_desenvolvimento_e_design_de_produto_Building_block_system_a_didactic_experience_of_integrati/links/5ce2f2a1458515712eb87c9a/Sistema-construtivo-de-blocos-de-encaixe-uma-experiencia-didatica-de-integracao-em-tecnologia-da-construcao-desenvolvimento-e-design-de-produto-Building-block-system-a-didactic-experience-of-integrat.pdf. Acesso em 28 mar. 2023.

HORTA, Bernardo de Andrade. **Construção modular tridimensional: pré-fabricação, tecnologia, trabalho, obsolescência e arquitetura**. 2020. 155 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia das Construções) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/13142>. Acesso em: 12 abr. 2023.

NAKAMURA, J. et al. **A Industrialização da Construção Envolvendo a Cadeia Produtiva**. São Paulo: CTE, 2020. E-book.

NAKAMURA, Juliana et al. **BIM: Integrando as Empresas da Cadeia Produtiva da Construção**. São Paulo: RCDI – Rede Construção Digital e Industrializada, 2020. E-book.

NAKAMURA, Juliana et al. **Canteiros inteligentes: Tecnologias digitais aplicadas ao canteiro 8de obras**. São Paulo: CTE, 2020. E-book.

NAKAMURA, Juliana et al. **Cultura da Inovação na Cadeia Produtiva da Construção**. São Paulo: CTE, 2020. E-book.

NAKAMURA, Juliana et al. **Implementação do Uso de Pré-fabricado de Concreto na Construção Imobiliária**. São Paulo: CTE, 2020. E-book.

NAKAMURA, Juliana et al. **Marketing digital para o mercado imobiliário**. São Paulo: CTE, 2020. E-book.

OLIVEIRA, Paulo Sérgio Ferreira de. Construção modular: startup apresenta sistema construtivo inovador e jornada do cliente disruptiva para o mercado imobiliário. In: **20ª Conferência Internacional da LARES**, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://lares.architexturez.net/system/files/4DQP.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.

OLIVEIRA, Paulo. **Construção Modular: Uma visão sobre conceitos, sistemas construtivos e barreiras à industrialização da construção**. São Paulo: Atena Editora, 2021.

PILAR, Fernanda Lagares dos Santos; ALVES, Gabryella Samálya Sousa; DUTRA, Jaqueline Rodrigues; SILVA, Mariana Cristina Pereira da; DIAS, Jéssica Nayara. A IoT (Internet Of Things) relacionada ao gerenciamento de estoques de empresas voltadas à construção civil. In: **VI Jornada Interdisciplinar de Engenharia Civil**. UniEVANGÉLICA, Câmpus Ceres, Ceres/Goiás, 2019. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8298/1/4_FernandaGabryellaJaquelineMariana.pdf. Acesso em: 25 set. 2023.

SANTOS, Shayane Betiatto dos. **Mapeamento das tecnologias para implementação da Indústria 4.0 na construção civil brasileira**. 2022. 107f. Dissertação (Mestreado - Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco/PR, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29812/1/mapeamentotecnologias40cc.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

SIMÃO, Alessandra; ALCOFORADO, Luciane; LONGO, Orlando; SANTOS, Danillo; SANTOS, Fábio; SILVA, Alice; MENEZES, Carlos; MEIRELLES JUNIOR, Júlio. Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 19670-19685, out. 2019.

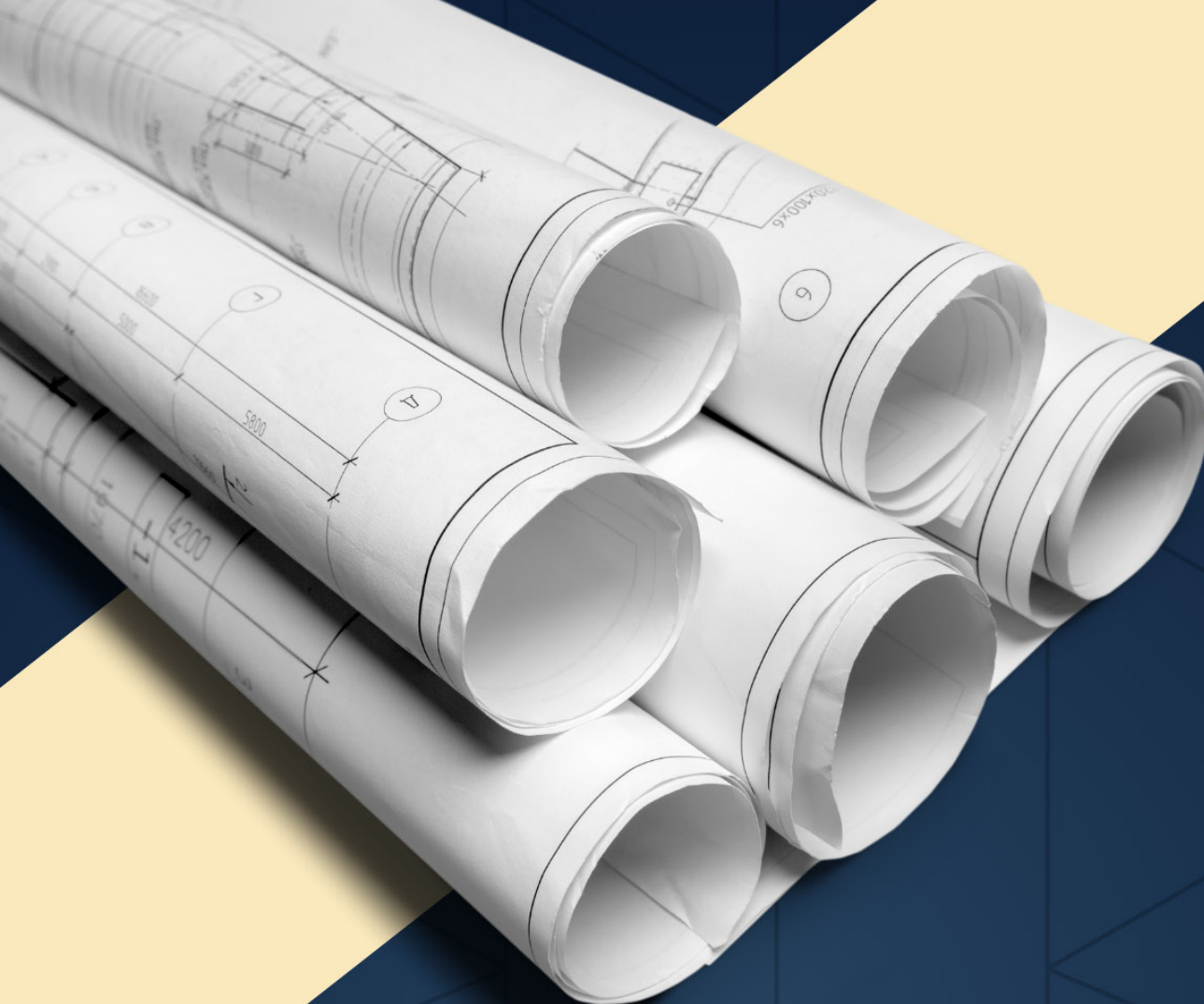
SILVA, Catharina Luiza Dias; SEGOBIA, Pedro Bonfim; SILVA, Vitor Pereira; OLIVEIRA, Roberta Bastos de; CARVALHO, Michele Tereza Marques; MARCHIORI, Raissa Seichi. Internet das coisas aplicada à análise e correlação de dados da construção civil. In: **Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção**, 3., 2021. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1–11. DOI: 10.46421/sbtic.v3i00.611. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/611>. Acesso em: 25 set. 2023.

SILVA, Matheus Freire et al. **Lean Construction**, como os princípios do Sistema Toyota de Produção podem contribuir para construções mais enxutas, produtivas e sustentáveis: Um estudo de caso na construtora

Andrade Gutierrez. **Percurso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 8, n. 15, jan./jun. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331455521_Lean_Construction_Como_os_principios_do_Sistema_Toyota_de_Producao_podem_contribuir_para_construcoes_mais_enxutas_produtivas_e_sustentaveis_Um_estudo_de_caso_na_construtora_Andrade_Gutierrez/link/5d2199ad299bf1547c9efd46/download. Acesso em: 15 abr. 2023.

SOUZA, Roberto de. **A industrialização da construção envolvendo a cadeia produtiva**. São Paulo: RCDI – Rede Construção Digital e Industrializada, 2021. Disponível em: https://www.arataumodular.com/app/wp-content/uploads/2021/05/cms_files_93374_1621359075Ebook_Enredes_Industrializacao_da_Construcao.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

TULLIO, Franciele Braga Machado. **Força, Crescimento e Qualidade da Engenharia Civil no Brasil**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021.



30

FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS EM EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO

**CRACKS, SNAP AND DISRUPTION IN REINFORCED
CONCRETE BUILDINGS**

Jhonathan Azevedo Martins

Resumo

Este artigo tem como tema de estudo as fissuras, trincas e rachaduras em edificações de concreto armado, tendo por objetivo discutir as possíveis soluções para recuperar trincas e fissuras em edificações construídas com concreto armado. A partir de uma revisão de literatura, incluindo trabalhos publicados entre 2019 e 2023, foi verificado que o concreto armado é um material compósito basicamente formado por dois componentes: concreto e aço de reforço. Fissuras, trincas e rachaduras em estruturas de concreto armado, embora sejam comuns, são, obviamente, indesejáveis em construções expostas a influências ambientais mais exigentes e encurtam a vida útil da estrutura. Se estas fissuras não atingirem uma largura crítica, não representam um perigo em termos de durabilidade ou limitação de utilização. As fissuras no concreto podem acontecer por diversas razões, entre as mais comuns estão o excesso de água na mistura do concreto, secagem de concreto rápido demais e fundações derramadas no inverno. Conclui-se que praticamente não existe um modelo padrão para um reparo ideal e versátil de trincas e fissuras em estruturas de concreto. Cada falha deve ser abordada individualmente. Reparos em fissuras com dimensões inferiores à 1 mm geralmente podem ser feitas com materiais epóxi, selantes ou adesivos de cimento de dois componentes, ou com argamassa de reparo universal. O importante é analisar as causas e tipos de cada fissura ou trinca e definir a melhor técnica e o produto mais apropriado para realizar o reparo.

Palavras-chave: Fissuras. Trincas. Concreto Armado. Edificações. Construção Civil.

Abstract

This article studies cracks, fissures and splits in reinforced concrete buildings, with the aim of discussing possible solutions to repair cracks and fissures in buildings constructed with reinforced concrete. Based on a literature review, including works published between 2019 and 2023, it was found that reinforced concrete is a composite material basically formed by two components: concrete and reinforcing steel. Cracks, fissures and splits in reinforced concrete structures, although common, are obviously undesirable in buildings exposed to more demanding environmental influences and shorten the useful life of the structure. If these cracks do not reach a critical width, they do not represent a danger in terms of durability or limitation of use. Cracks in concrete can occur for several reasons, among the most common are excess water in the concrete mix, concrete drying too quickly and foundations poured in winter. It follows that there is virtually no standard model for an ideal and versatile repair of cracks and fissures in concrete structures. Each failure must be addressed individually. Repairs to cracks smaller than 1 mm can generally be made with epoxy materials, two-component cement sealants or adhesives, or with universal repair mortar. The important thing is to analyze the causes and types of each crack or fissure and define the best technique and the most appropriate product to perform the repair.

Keywords: Cracks. Cracks. Reinforced concrete. Buildings. Civil construction.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de ser pensado como um material moderno, o concreto está em uso há milhares de anos. Cimentos hidráulicos à base de cal (aqueles definidos pela reação química com a água) têm sido utilizados desde os tempos romanos, e exemplos de argamassas antigas (cimento e agregado) ainda sobrevivem às intempéries depois de dois milênios.

O uso do concreto mudou de maneira decisiva nos últimos 100 anos à medida que o entendimento sobre o material e como ele é feito melhorou. A indústria da construção civil continua a evoluir à medida que a experiência no uso e aplicações desse material composto cresce e a sua versatilidade e rentabilidade são exploradas.

Contudo, embora seja um material extremamente resistente e amplamente utilizado na construção civil em diversos tipos de construções, o concreto pode apresentar diversas patologias em decorrência de diversos fatores, que determinam a perda na qualidade das construções, podendo ocasionar problemas estruturais e de acabamento que se tornam elemento de intervenção para que possam ser reparadas as suas características usuais.

O concreto armado é um material compósito versátil e um dos materiais mais usados na construção moderna. Contudo, o surgimento de patologias pode alterar sua estrutura e comprometer uma edificação. Então, busca-se responder: quais as possíveis soluções para recuperar trincas e fissuras em concreto armado?

Devido à sua grande diversidade de aplicações, o concreto armado se destacou como o material de construção nas décadas finais do século XX, e continua sendo amplamente utilizado nos mais diversos tipos de construção. Mas na combinação de aço e concreto também podem ocorrer falhas. Como as condições externas geralmente não são ideais, os efeitos do clima, cargas mecânicas e químicas, mas também erros de planejamento ou processamento levam ao surgimento de patologias do concreto e à corrosão do aço. O resultado são danos que podem prejudicar a estabilidade de todo o edifício.

Mesmo com o desenvolvimento e utilização dos mais variados tipos de aditivos e adições que podem ser incorporadas à massa de concreto, patologias como fissuras, trincas e rachaduras podem surgir nas estruturas de concreto armado. Saná-las antes que comprometam definitivamente uma edificação é imprescindível. Mas para sanar essas patologias é necessário conhecer não apenas suas possíveis causas, mas também utilizar as técnicas de detecção e reparos mais adequadas, demonstrando a importância do estudo desse tema.

Os profissionais de engenharia civil devem manter-se atualizados para realizarem uma análise técnica apropriada e avaliar a gravidade do problema. Assim, o mercado necessita de profissionais qualificados para identificar qual das múltiplas causas gera a patologia do concreto em uma edificação e adotar a solução mais eficiente para sanar o risco que trazem para a segurança da edificação, justificando a realização dessa proposta de pesquisa.

Conhecer as soluções que podem ser aplicadas, inclusive acompanhando a evolução dos materiais e técnicas de intervenção disponíveis para cada problema específico, torna o profissional capacitado para atender as demandas de mercado. O conhecimento teórico que pode ser adquirido através da análise de estudos publicados sobre o tema é indispensável para que esse profissional possa adequar suas práticas, de modo que esta pesquisa pode auxiliar profissionais e estudantes da área de Engenharia Civil a atualizar seus saberes sobre o tema.

Assim, como objetivo principal, este artigo pretendeu discutir as possíveis soluções



para recuperar trincas e fissuras em edificações construídas com concreto armado. Como objetivos específicos, foram definidos: descrever as patologias que podem surgir em estruturas de concreto armado; e, apontar, através de uma revisão de literatura, as soluções que podem ser aplicadas para corrigir patologias tipo fissuras, trincas e rachaduras em edificações de concreto armado.

2. METODOLOGIA

Devido a possibilidade de referir o conhecimento já existente para elaborar uma pesquisa científica baseada em outros autores, foi motivada a escolha do método de revisão de literatura para realizar este trabalho. Portanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica fundamentada de literatura científica da área de construção civil, tendo como fonte publicações disponíveis nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico.

Foram efetivas buscas nos citados bancos de dados eletrônicos utilizando os termos: construção civil, concreto armado, patologias e fissura. Para seleção dos trabalhos que embasaram o desenvolvimento do texto, foram definidos como critérios de inclusão: publicações do tipo artigos científicos, teses e dissertações, escritos em português e produzidos entre 2019 e 2023. Após a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos que se encaixaram nos critérios de seleção, foram excluídos textos não científicos, que não atendiam aos objetivos delimitados para essa pesquisa e publicados antes de 2019.

3. PATOLOGIAS DO CONCRETO ARMADO

O concreto é um material composto de construção feito da combinação de agregado e um aglutinante, como o cimento. A forma mais comum de concreto é o concreto de cimento Portland, que consiste em agregado mineral, geralmente cascalho e areia, cimento Portland e água (PINHEIRO; COSTA JUNIOR, 2021).

Após a mistura, o cimento hidrata e, eventualmente, endurece em um material semelhante a uma pedra. Quando usado no sentido genérico, este é o material referido pelo termo “concreto”. Para uma construção de estruturas em concreto de qualquer tamanho, como o concreto tem uma resistência à tração bastante baixa, geralmente é reforçado usando hastes ou barras de aço, conhecidas como vergalhões (SANTORO, 2021).

Este concreto reforçado é então referido como concreto armado. A fim de minimizar quaisquer vesículas de ar, que enfraqueceriam a estrutura, um vibrador é usado para eliminar qualquer ar que tenha sido arrastado quando a mistura de concreto líquido é derramada no molde (MEDEIROS et al., 2020).

O concreto tem sido o material de construção predominante na era moderna, devido à sua longevidade, formabilidade e facilidade de transporte. Avanços recentes, como formas de concreto isolante, combinam a formação de concreto e outras etapas de construção (instalação de isolamento). Todos os materiais devem ser tomados em proporções exigidas, conforme descrito nos padrões das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (GOMIDE et al., 2021).

O concreto tem resistência à compressão relativamente alta, mas resistência à tração significativamente menor. Como resultado, sem compensação, o concreto quase sempre falharia devido a tensões de tração - mesmo quando carregado em compressão (SOUZA;

SANTOS, 2021).

A implicação prática disso é que os elementos de concreto submetidos a tensões de tração devem ser reforçados com materiais que são fortes em tensão (geralmente de aço). A elasticidade do concreto é relativamente constante em baixos níveis de estresse, mas começa a diminuir em níveis mais altos de estresse à medida que o craqueamento da matriz se desenvolve (LOPES; NÓBREGA, 2021).

Quanto ao coeficiente de expansão térmica, é muito baixo e, à medida que amadurece, encolhe o concreto. Todas as estruturas de concreto irão quebrar até certo ponto, devido ao encolhimento e tensão. O concreto que é submetido a forças de longa duração é propenso a fluência. A densidade do concreto varia, mas é de cerca de 2.400 quilos por metro cúbico (kg/m^3) (MORAIS et al., 2020).

O concreto armado é também uma forma comum de concreto. O reforço é muitas vezes de aço, vergalhões (malha, espiral, barras e outras formas). Fibras estruturais de vários materiais estão disponíveis. Também pode ser protendido (reduzindo a tensão de tração) usando cabos de aço internos (tendões), permitindo vigas ou lajes com uma extensão maior do que a prática apenas com concreto armado (PINHEIRO; COSTA JUNIOR, 2021). A inspeção de estruturas de concreto existentes pode ser não-destrutiva se realizada com equipamentos como o martelo Schmidt, que às vezes é usado para estimar forças relativas de concreto no campo (MORAIS et al., 2020).

A resistência máxima do concreto é influenciada pela relação água-cimento (a/c), os constituintes do projeto e os métodos de mistura, colocação e cura empregados. A quantidade total de materiais cimentícios (cimento Portland, cimento de escória, pozolanas) pode afetar a resistência, a demanda de água, o encolhimento, a resistência à abrasão e a densidade (THOMAZ, 2020).

De fato, misturas com alto teor de cimento Portland podem, na verdade, quebrar mais prontamente devido ao aumento da taxa de hidratação. À medida que o concreto se transforma de seu estado plástico, hidratando a um sólido, o material sofre retração (SOUZA; SANTOS, 2021).

Fissuras de encolhimento plástico podem ocorrer logo após a colocação, mas se a taxa de evaporação for alta, podem realmente ocorrer durante as operações de acabamento, por exemplo, em clima quente ou em dias frios. Em misturas de concreto de alta resistência, maior que 70 megapascal (MPa), a resistência ao esmagamento do agregado pode ser um fator limitante à resistência à compressão final (LOPES; NÓBREGA, 2021).

Em concretos magros (com alta relação água-cimento), a força de esmagamento dos agregados não é tão significativa. As forças internas em formas comuns de estrutura, como arcos, abóbadas, colunas e paredes são predominantemente forças compressivas, com pisos e pavimentos sujeitos a forças de tração (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

A resistência à compressão é amplamente utilizada para requisitos de especificação e controle de qualidade do concreto. Os principais tipos de patologias do concreto são as corrosões de armadura, a carbonatação, as fissuras e a lixiviação, que podem ter diversas origens (RIDOLPHI; SILVA; SOUZA, 2022), como mostrado na Figura 1.



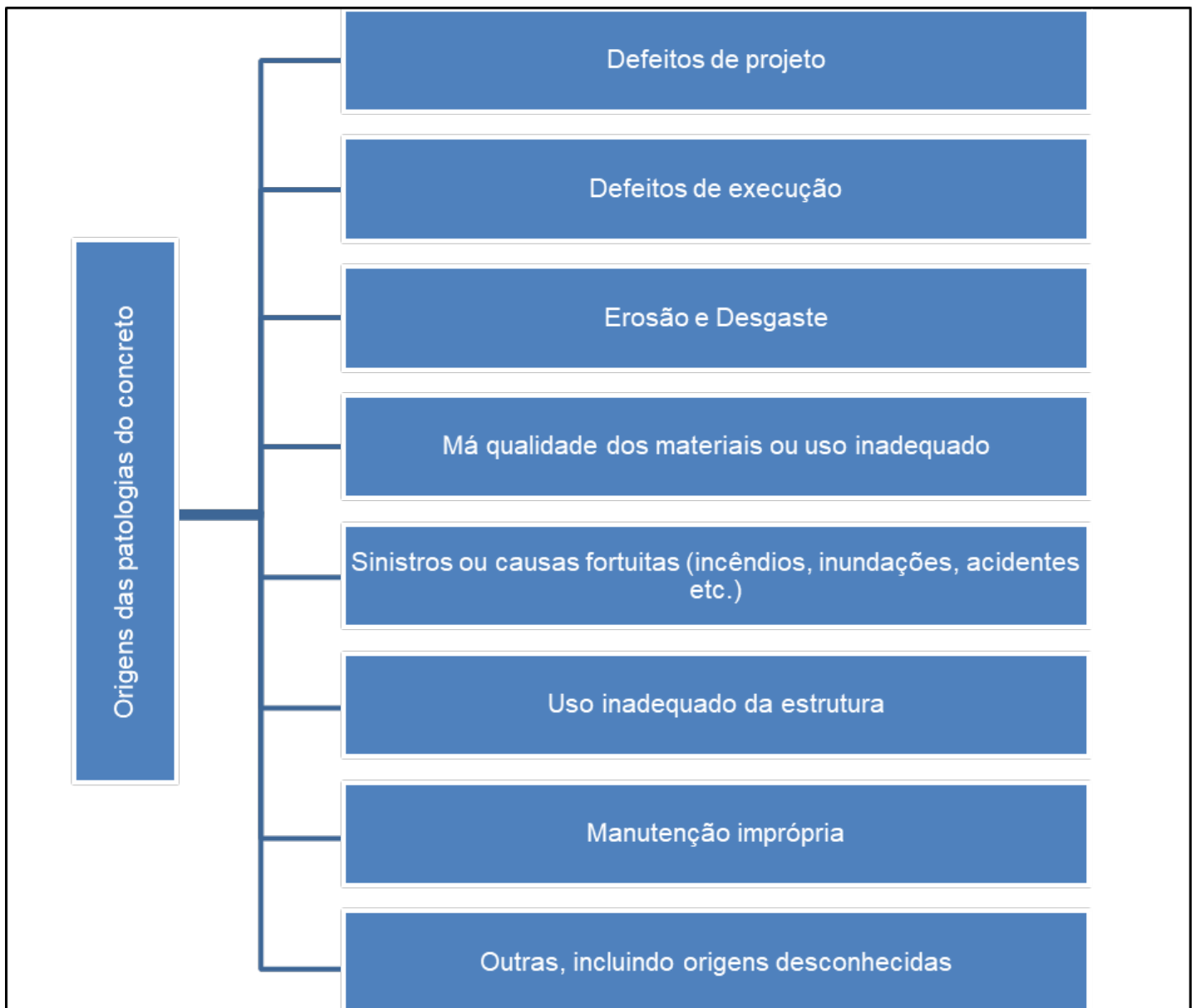


Figura 1. Origens das patologias do concreto

Fonte: Adaptado de Gomide et al (2020).

Como já mencionado, o concreto sozinho (massa de concreto) tem um bom desempenho na compressão, mas é em tensão que ele falha rapidamente. Em 1854, isso levou William Wilkinson a patentear um método de construção de edifícios à prova de fogo usando tiras de ferro em massa de concreto. Isso acabou levando ao uso generalizado de concreto reforçado com metal, que é normalmente chamado, quando nessa utilização como armadura (SANTORO, 2021).

O concreto tem um alto valor de pH, que cria uma camada protetora ou passiva de óxidos e hidróxidos na superfície do reforço de metal, inibindo a corrosão. Porém, sabe-se que um metal prontamente desprotegido ou exposto é corroído, a menos que tenha algum processo adicional aplicado a ele, como a galvanização. Parece razoável assumir, portanto, que, ao colocar um metal dentro de uma mistura úmida de concreto, logo ocorrerá um processo de corrosão (MEDEIROS *et al.*, 2020).

No entanto, a capacidade do metal de não ser corroído no concreto é um fator da alta alcalinidade do concreto de cimento Portland. Para criar esse ambiente, o cimento Portland é misturado com água e agregado, que endurece para formar concreto. O pro-

cesso de endurecimento ou hidratação continua por muitos meses. À medida que o concreto seca, os poros são criados e uma mistura de água e hidróxido de cálcio se desenvolve dentro deles com uma alcalinidade de cerca de pH 12 (THOMAZ, 2020).

Este alto valor de pH cria uma camada protetora ou passiva de óxidos e hidróxidos na superfície do reforço de aço, inibindo a corrosão. Sem essa camada, o metal seria exposto a oxigênio e umidade dentro dos poros do concreto, resultando em rápida corrosão (MARINHO, 2022).

A camada de óxido passivo é durável e auto-reparadora, e pode durar indefinidamente se o ambiente altamente alcalino for mantido. No entanto, esta camada pode ser decomposta por ataque de sais de cloreto, e a própria camada irá quebrar se o ambiente altamente alcalino for reduzido abaixo de um nível crítico pelos efeitos do dióxido de carbono na atmosfera, resultando na corrosão da armadura (MORAIS *et al.*, 2020).

A carbonatação ocorre pela capacidade de o dióxido de carbono no ar migrar como gás para as estruturas de poros dos edifícios de concreto. Uma vez lá dentro, dissolve-se nos poros “água” de hidróxido de cálcio alcalino para formar uma solução levemente ácida e carbonato de cálcio insolúvel.

À medida que esse processo continua a migrar, o concreto, uma vez altamente alcalino, começará a acidificar, resultando em níveis de pH caindo de 12 para 9. Em ou próximo de pH 10.5, a camada de óxido passivo que circunda o metal incorporado a estrutura começará a se romper e este ficará exposto à umidade e ao oxigênio, fazendo com que a corrosão se inicie, o que, por sua vez, cria uma «ferrugem» expansiva e causa a típica fragmentação do concreto visível em muitos edifícios de concreto (GOMIDE *et al.*, 2020).

Geralmente, os efeitos da carbonatação são mais óbvios na fachada externa de um edifício, onde a corrosão do reforço de aço embutido é rápida e expansiva, fazendo com que o concreto se espalhe em vários locais. No entanto, a carbonatação pode ocorrer internamente, sem sinais óbvios de deterioração, devido à secagem do concreto e ao aço que fica exposto ao oxigênio e não à umidade. Áreas internas, como cozinhas e banheiros, provavelmente fornecerão esse elemento adicional de umidade e levarão às inevitáveis manchas (PINHEIRO; COSTA JUNIOR, 2021).

Fissuras no concreto são extremamente comuns, mas muitas vezes incompreendidas as razões de seu aparecimento, especialmente quando a sub-base é preparada adequadamente, assegurando que o concreto não esteja muito úmido, utilizando reforço onde necessário e colocando e espaçando corretamente entre as juntas de controle de fissura e as juntas de expansão. No entanto, às vezes, fissuras acontecem apesar de quaisquer precauções tomadas (SOUZA; SANTOS, 2021).

O concreto durável e resistente às fissuras não é produzido acidentalmente. As fissuras no concreto podem acontecer por diversas razões, entre as mais comuns estão o excesso de água na mistura do concreto, secagem de concreto rápido demais e fundações derramadas no inverno (PINHEIRO; COSTA JUNIOR, 2021).

O concreto não requer muita água para atingir a força máxima, no entanto, uma grande parte do concreto usado em despejos residenciais tende a ter muita água adicionada ao concreto no local de trabalho. Esta água é adicionada para facilitar a instalação do concreto (SENA, 2020).

Este excesso de água irá, no entanto, reduzir bastante a resistência do concreto. Encolhimento é outro motivo comum para fissuras. Quando o concreto endurece e seca, encolhe. Isto é devido à evaporação do excesso de água de mistura. Quanto mais úmido ou com desproporção a/c a mistura de concreto for, maior será o encolhimento (MORAIS *et*



al., 2020).

Além disso, a secagem rápida da placa aumenta significativamente a possibilidade de fissuras. A reação química, que faz com que o concreto saia do estado líquido ou plástico, requer água. Essa reação química, ou hidratação, continua ocorrendo durante dias e semanas depois que o concreto é despejado (MEDEIROS *et al.*, 2020).

Em uma laje de concreto, as juntas de controle ajudam o concreto a espaçar onde for necessário. As juntas devem ser da profundidade da laje e não mais do que 2-3 vezes da espessura do concreto. Por sua vez, as fundações despejadas durante os meses frios, ou fundações derramadas que não são aquecidas durante os meses frios de inverno, podem desenvolver muitas outras fissuras. As fundações despejadas em uma base (terra) que é compactada incorretamente inevitavelmente desenvolvem mais fissuras também (THOMAZ, 2020).

Com o tempo, podem surgir fissuras no concreto por vários motivos. O dióxido de carbono na atmosfera pode causar ferrugem, expansão e até mesmo rachaduras no aço de reforço interno. Mesmo depois de muitos anos de carregamento, o concreto irá rachar (GOMIDE *et al.*, 2020).

Dependendo do tipo e tamanho da fissura, diferentes técnicas podem ser utilizadas para reparar fissuras. Primeiro, é necessário diagnosticar a causa das fissuras ou rachaduras no concreto. Na verdade, para evitar recorrências após os reparos, o problema deve ser resolvido na origem, sempre que possível.

Conforme a norma NBR 9573:2003 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as fissuras e tricas em estruturas de concreto podem ser classificadas como:

- a) Microfissuras: aberturas inferiores a 0,05 mm;
- b) Fissuras: aberturas com até 0,5 mm; e
- c) Tricas: aberturas maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm.

Ademais, as fissuras podem ser escalonadas entre três categorias básicas: as passivas, as ativas estacionárias, e as ativas progressivas. As fissuras passivas não se expandem, portanto permanecem estáveis, de modo que não requerem intervenção urgente. Incluem aquelas causadas pela retração por secagem, calor de hidratação do cimento, sedimentação e sangramento do concreto, e aquelas relacionadas à construção, como fôrmas e escoramentos. Geralmente são patologias não estruturais, como fissuras ou microfissuras, que não ocasionam perigo para a estrutura em si, mas prejudicam a estética da estrutura (PEDROSA, 2022).

Quanto às fissuras ou trincas ativas, que continuam a se expandir, ou ativas progressivas, são as mais preocupantes e que exigem intervenção urgente, independentemente de suas dimensões. É um fenômeno no qual o próprio concreto se deteriora devido a várias causas, de modo que a largura e extensão da fissura se expande ao longo do tempo e o desempenho da estrutura deteriora-se a um ritmo acelerado à medida que o aço de reforço sofre corrosão, portanto, requerem obras urgentes. Incluem aquelas causadas por reações agregadas alcalinas, aquelas causadas por: efeitos de congelamento-degelo, pela neutralização do concreto, pela penetração de cloretos e por fadiga (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019).

Fissuras estruturais do tipo fenda, profundas e superiores a 2 mm têm como consequência que a estrutura do edifício e a sua solidez ficam em perigo. É importante acompanhar a evolução dessas patologias ao longo de vários meses. Se estas não se moverem, são do tipo as ativas estacionárias e é possível preencher essas fissuras. Se, pelo contrário,

se mantiverem ativas progressivas, é importante encontrar a causa antes de repará-las (SCARI; SANTOS, 2021).

O tamanho da fissura é um elemento essencial a ter em consideração na reparação. Se a fissura for muito profunda, é um elemento de preocupação com a solidez da estrutura geral e requer muito mais do que um tratamento superficial com a intervenção de um profissional (GOMIDE *et al.*, 2020).

Identificar perfeitamente o tipo de fissura em questão é uma fase essencial para determinar a estratégia de correção mais adequada. Fissuras passivas, por exemplo, podem ser tratadas com material rígido. Já as ativas costumam demandar fechamento com epóxi e resinas flexíveis (PILLAI; GETTU; SANTHANAM, 2020).

Superfícies de concreto não podem ser reparadas com concreto. Em vez disso, é necessário o uso de uma mistura distinta para reparo de trincas no concreto. As opções incluem compostos epóxi, produtos para remendos de látex e misturas de argamassa, por exemplo. Esta última opção funciona melhor para preencher grandes fissuras de concreto ou bordas lascadas, enquanto os outros produtos são adequados para fissuras de concreto com 0,4 cm de largura ou menos (SILVA *et al.*, 2022).

Os polímeros epóxi, mais comumente conhecidos como epóxi, são um adesivo utilizado em um grande número de indústrias desde equipamentos eletrônicos, pisos, automóveis, eletrodomésticos, dentre outras por suas propriedades anticorrosivas. No caso de seus usos na construção civil, também podem ser utilizados na vedação de fissuras de concreto. Funcionam soldando as fissuras, o que restaura a integridade estrutural do concreto (SILVA *et al.*, 2023).

A aderência dos polímeros epóxi ao concreto é excelente e a sua vida útil pode ultrapassar os trinta anos nas melhores condições. Seu tempo de secagem pode variar de três a seis dias. No entanto, se utilizado um produto que não seja resistente aos raios ultravioleta (UV), a área corrigida irá desbotar com o tempo se usado ao ar livre. Se for utilizado para restaurar uma estrutura exterior que se pretende manter esteticamente agradável sem ter que pintá-la posteriormente, o epóxi pode não ser a melhor escolha (SCARI; SANTOS, 2021).

Porém, o epóxi não é flexível e não tolera os movimentos naturais de uma estrutura, o que é uma característica a considerar, uma vez que as fundações residenciais se movem ligeiramente ao longo do tempo e mais especificamente durante os ciclos de congelamento e descongelamento do solo (SILVA *et al.*, 2020).

A injeção de epóxi é um método que não apenas interrompe processos de infiltração, mas também fornece resistência estrutural. O epóxi preenche a fissura e une o concreto. Sua resistência e aderência ao concreto excedem em muito a resistência do próprio concreto e evitam o alongamento adicional de fissuras. No entanto, é importante notar que se a causa subjacente da fissura não for eliminada, uma nova fissura pode desenvolver-se paralelamente à fissura reparada (THOMAZ, 2020).

O epóxi adere apenas a superfícies secas, impossibilitando o reparo de rachaduras com vazamento ou úmidas. Como o epóxi não se expande, as fissuras finas requerem um epóxi de baixa viscosidade, enquanto as fissuras largas requerem um gel epóxi espesso (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021).

Como mais de 95% das fissuras nas paredes não são estruturais, o poliuretano expansível é a melhor escolha na maioria dos casos. Embora este método não acrescente resistência estrutural, forma uma barreira impenetrável à água. Permanece flexível, permitindo o movimento natural contínuo do concreto devido à retração térmica e à expansão ou

pega. O poliuretano adere tenazmente ao concreto seco ou úmido e pode ser usado para reparar rachaduras úmidas ou com vazamento (SILVA *et al.*, 2023).

O poliuretano, assim como o epóxi, não é usado apenas como material de reparo de fissuras no concreto. Material plástico rígido ou flexível, é utilizado para todos os tipos de finalidades e por isso é utilizado na fabricação de pneus, solas de sapatos e algumas roupas esportivas (LOPES; NÓBREGA, 2021).

Quanto à sua utilização para vedação de fissuras de concreto, sua aderência é boa. O produto se expande quando é inserido em uma fissura e tem a capacidade de trabalhar profundamente. Assim que o reparo estiver concluído, o produto seca em dois a quatro dias (SILVA *et al.*, 2020).

A espuma à base de poliuretano é mais frequentemente empregada para trabalhos de reparação de fundações residenciais, pois o principal ponto que a diferencia do epóxi é a sua muito boa flexibilidade. Na verdade, pode suportar os movimentos da fundação em situações em que o epóxi é menos eficiente. Sua capacidade de movimentação é de mais ou menos 25% (SANTOS; GUERRA; DONATO, 2021).

Este tipo de material pode ser utilizado tanto em reparos exteriores como interiores e é também uma solução eficaz para a impermeabilização de fissuras no concreto, uma vez que o poliuretano é hidrofílico, o que significa que reage ao entrar em contato com a água e torna-se impermeável (RIDOLPHI; SILVA; SOUZA, 2022).

O poliuretano é usado principalmente para fundações residenciais porque é fácil de trabalhar e atua ativamente em rachaduras que podem molhar. O epóxi é um bom produto, mas exige saber usá-lo corretamente para reparar uma rachadura na fundação (FERREIRA; OLIVEIRA, 2021).

Independentemente do produto selecionado, o importante que os profissionais consultem a ficha técnica para saber a temperatura ideal de aplicação, pois esta varia de um produto para outro. Tal como acontece com a eficácia do produto, esta não é uma consideração pequena, já que afeta a efetividade da ação do produto, e dessa forma a qualidade e a segurança do reparo realizado (SILVA *et al.*, 2023).

4. CONCLUSÃO

O concreto caracteriza-se por seu alto desempenho e grande flexibilidade, que se baseia na interação ideal dos diferentes materiais de partida, podendo também ser usado universalmente. O concreto é resistente contra a força de compressão, mas frágil contra a força de tração e, por ser um material com baixa deformabilidade, é inerentemente propenso a fissuras.

Dessa forma, as estruturas de concreto, características da contemporaneidade, quase sempre apresentam algumas rachaduras, independentemente de suas dimensões, sejam grandes ou pequenas edificações ou estruturas. Existem várias causas para o surgimento de trincas e fissuras e que podem ter origem pela retração plástica do concreto nos primeiros estágios de sua maturação, ou surgem no concreto endurecido como resultado de retração, tensões térmicas, influências externas, processamento incorreto, sobrecarga, detalhes realizados incorretamente e similares ou uma combinação destes.

As fissuras no concreto podem ser divididas em estáticas e dinâmicas - e deve-se abordá-las de acordo. Então, mais precisamente as trincas estáticas que são invariantes em relação às condições ambientais e ao tempo, e as fissuras dinâmicas funcionam em

todas as direções, expandindo, retraindo, em suma, funcionam no tempo.

Dependendo da causa, do tipo e do grau destas fissuras, é possível determinar quais as contramedidas devem ser tomadas para diminuir ou impedir a deterioração do concreto. O preenchimento de fissuras com material formado por misturas de argamassa serve para atenuar ou impedir a penetração de substâncias que atacam o concreto e as armaduras de aço. Se a causa da fissura se repetir, deve-se presumir que outras se formarão de forma recorrente, mas com uma largura que não representa risco estrutural. A vedação de fissuras com misturas de argamassa não pode ser considerada uma ligação de resistência.

Durante a ligação de resistência, as fissuras são preenchidas com materiais hidráulica-mente conectados ou poliméricos para que a transmissão de forças de compressão, tração ou cisalhamento seja restaurada no componente do edifício. Este método só é aplicável às fissuras que não ocorrem repetidamente.

Ao preencher com expansão limitada, as bordas das fissuras são conectadas elasticamente com uma carga de polímero elástico, usando resina epóxi ou poliuretano ou selagem monolítica com cola epóxi. A resina à base de poliéster pode ser usada para remendar rachaduras em superfícies de concreto, tanto externas quanto internas. É adequado para remendar fissuras em pisos, especialmente em materiais revestidos de cimento e gesso. A base de poliéster facilita muito seu uso.

Conclui-se que praticamente não existe um modelo padrão para um reparo ideal e versátil de trincas e fissuras em estruturas de concreto. Cada falha deve ser abordada individualmente. Reparos em fissuras com dimensões inferiores a 1 mm geralmente podem ser feitas com materiais epóxi, selantes ou adesivos de cimento de dois componentes, ou com argamassa de reparo universal. O importante é analisar as causas e tipos de cada fissura ou trinca e definir a melhor técnica e o produto mais apropriado para realizar o reparo.

Referências

- BOLINA, Fabricio Loghi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Patologia de Estruturas**. Curitiba: Oficina de Textos, 2019.
- FERREIRA, Angélica Rodrigues; OLIVEIRA, Ricardo Fonseca de. Patologias na construção civil: estudo de caso em duas residências na cidade de Iraí de Minas – MG. **GETEC**, v.10, n.26, p.1-16/2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2362>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- GOMIDE, Tito Lívio *et al* **Inspeção Predial Total**. Curitiba: Oficina de Textos, 2020.
- GOMIDE, Tito Lívio *et al* **Manual De Engenharia Diagnóstica**. São Paulo: Leud, 2021.
- LOPES, Diego Meireles; NÓBREGA, Marcelo de J. Rodrigues. Avaliação das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado de uma edificação. **TEC-USU**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 75 – 91, jan/jun, 2021. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/1474/1189>. Acesso em: 05 maio. 2023.
- MACEDO, Alanna Tonhá. **Avaliação do tratamento de trincas na recuperação de revestimentos de fachada**. 2020. 36f. Artigo (especialização- Projeto, Execução e Manutenção de Edificações). Centro Universitário de Brasília (UnICEUB/ICPD), Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12319/1/51500371.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.
- MARINHO, Jefferson Luiz Alves. **Patologias das Edificações**: Manifestações nas Edificações e no Patrimônio Histórico. São Paulo: Leud, 2022.
- MEDEIROS, Alisson Gadelha de *et al*. Aplicação de metodologias de inspeção em ponte de concreto armado. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 3, p. 687–702, jul. 2020. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ac/a/fvbmhnlKL-zpMG6jxLW8xNGJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 maio. 2023.
- MORAIS, João Marcos Pereira de *et al*. Análise de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: uma revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e759974964, 2020. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4964>. Acesso em: 01 maio. 2023.

PEDROSA, Mariana Silva. **Como Recuperar e Reforçar Vigas de Concreto Armado por Encamisamento**. Curitiba: Appris Editora, 2022.

PILLAI, R. G.; GETTU, R.; SANTHANAM, M. Uso de materiais cimentícios suplementares (SCMs) em sistemas de concreto armado - Benefícios e limitações. **Rev. ALCONPAT**, Mérida, v. 10, n. 2, p. 147-164, agosto 2020. Disponível em http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007=68352020000200002-&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 05 abr. 2023.

PINHEIRO, S. M. M.; COSTA JUNIOR, M. P. Análise da durabilidade de concreto armado com fissuras induzidas por carregamento. **Rev. ALCONPAT**, Mérida, v. 11, n. 2, p. 17-37, ago. 2021. Disponível em https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352021000200003&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 05 maio. 2023.

RIDOLPHI, Lohran Garcia; SILVA, Arthur Terra; SOUZA, Rômulo Rodrigues Coelho Delfino. Deterioração do concreto armado. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 5, p. 41389-41403, maio, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/index.php/BRJD/article/view/48627>. Acesso em: 03 maio 2023.

SANTORO, Jair Frederico. **Subsídios para a minimização do impacto ambiental de estruturas em concreto armado**. 2021. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2021. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/2311>. Acesso em: 03 maio 2023.

SANTOS, Débora Dávila Cruz; GUERRA, Felipe Augusto Piacesi; DONATO, Marina. Análise visual e estudo das manifestações patológicas de uma edificação de concreto armado. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 7, p. 73798-73810 jul. 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n7-518. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/33372>. Acesso em: 5 abr. 2023.

SCARI, Pamela; SANTOS, Odair. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 24, n. 24, p. 1-11, maio 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/548>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori, CALENZANI, Carla Lorencini. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. ano 04, ed. 03, v. 05, p. 68-92. Março de 2019.

SENA, Gideon Oliveira de. **Patologia das construções**. Salvador: Ekoa Educação, 2020.

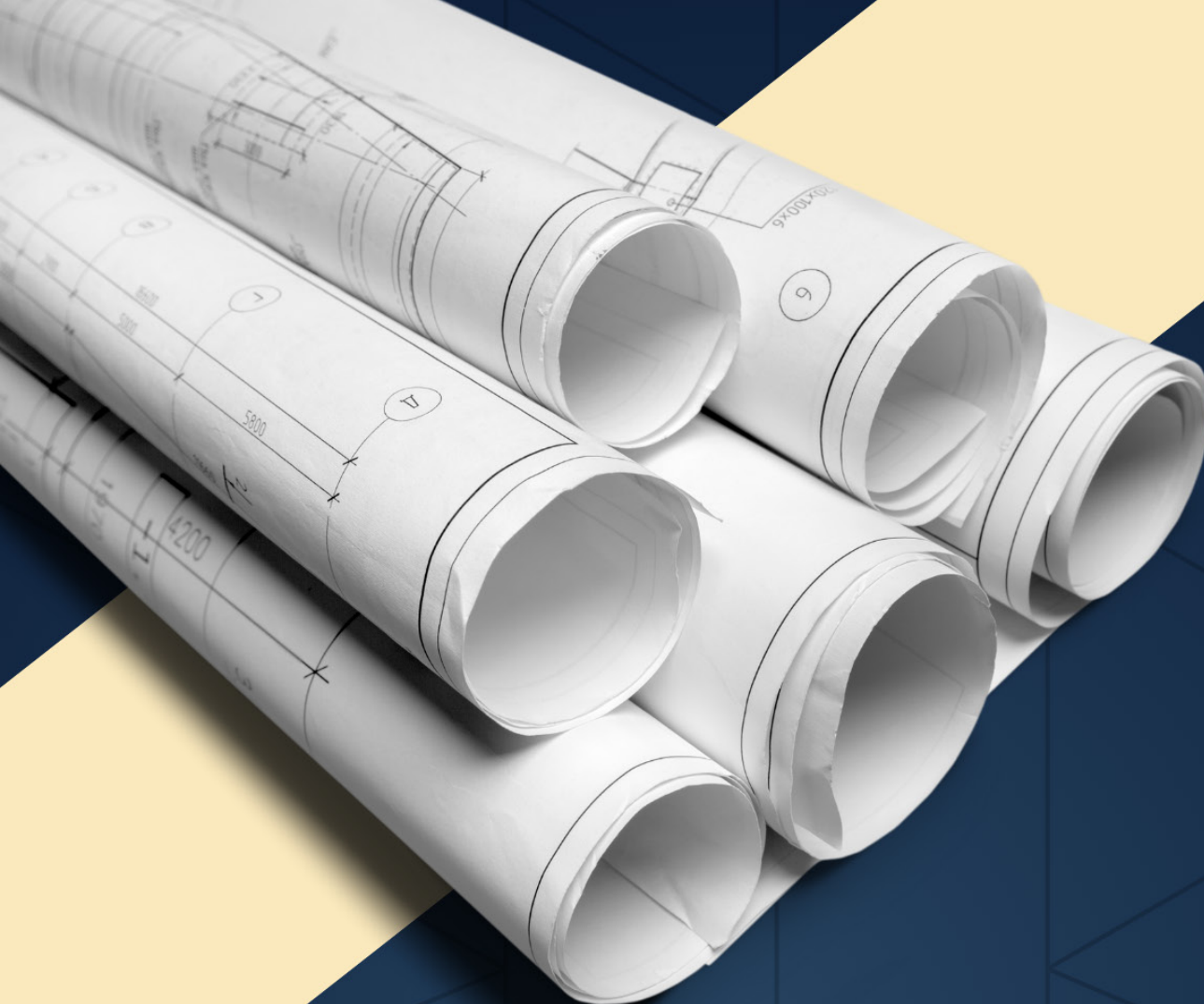
SILVA, Amanda Fernandes Pereira da et al. Fissuração no Concreto Armado: Possíveis Causas e Técnicas de Resolução. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 96423-96735, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n12-241. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/21363>. Acesso em: 8 sep. 2023.

SILVA, Érick Guckert da et al. Fissuras, trincas e rachaduras em estruturas de concreto armado e alvenaria convencional: um estudo sobre seu mecanismo de formação e processo para correção. **Revista UNICREA - Revista Técnico Científica da Universidade Corporativa do CREA/SC**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 199-217, 2023.

SILVA, Maria Eduarda de Almeida et al. Patologias no concreto armado em elementos de projetos estruturais: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 8, n. 6, p. 43522-43539, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n6-067.

SOUZA, Pamela Scari; SANTOS, Odair. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 24, n. 24, p. 1-11, maio 2021. ISSN 2595-6531.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios**: Causas, Prevenção e Recuperação. Curitiba: Oficina de Textos, 2020.



31

ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DE ORÇAMENTO COM O PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE OBRAS VOLTADAS PARA A ÁREA CIVIL

**ANALYSIS OF COMPATIBILITY OF THE BUDGET WITH THE
PLANNING PROCESS FOR CONSTRUCTION PROJECTS IN
THE CIVIL ENGINEERING**

**Carla Carolynne Gomes Lima
Tony Andrade**

Resumo

O planejamento de obras é um processo dinâmico e contínuo que inclui uma série de táticas para metas futuras onde as decisões devem ser tomadas com antecedência, tais ações devem ser tomadas para garantir que o processo seja executado corretamente, levando em conta prazos, custos, qualidade e segurança. O objetivo da pesquisa analisar a eficiência de um planejamento compatível com verbas orçamentárias para a área civil, verificando a efetividade de processos no mundo da construção compreendendo assim que um planejamento detalhado e bem elaborado tenha fins de facilitar gerenciamento de obras, visando parâmetros que digam respeito aos principais indicadores como prazo, custo, lucro e qualidade. Este trabalho foi desenvolvido por meio de revisão de literatura, de natureza descritiva, com pesquisas dos últimos 10 anos. Desta maneira, foi realizado o levantamento de explicações de autores através de livros, trabalhos acadêmicos e publicações acessada a base de dados da *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), revistas publicadas gratuitamente e sites confiáveis utilizado no canal do Google Acadêmico. Considerando as incompatibilidades deparadas, concluiu-se que o método admite uma maior assertividade relacionado à compatibilização, por se tratar de um processo automatizado, o que pode diminuir os desperdícios de materiais, tempo da equipe e melhorar a qualidade dos projetos.

Palavras-chave: Planejamento, Obra Civil, Tarefas e Diretrizes.

Abstract

Construction planning is a dynamic and continuous process that includes a series of tactics for future goals where decisions must be made in advance, such actions must be taken to ensure that the process is carried out correctly, taking into account deadlines, costs, quality and safety. The aim of the research was to analyze the efficiency of planning that is compatible with budget allocations for the civil area, verifying the effectiveness of processes in the world of construction, thus understanding that detailed and well-designed planning has the purpose of facilitating construction management, targeting parameters that relate to key indicators such as time, cost, profit and quality. This work was carried out by means of a descriptive literature review, using research from the last 10 years. In this way, a survey of authors' explanations was carried out through books, academic papers and publications accessed from the Scientific Electronic Library Online (SciELO) database, journals published free of charge and reliable sites used in the Google Scholar channel. Considering the incompatibilities encountered, it was concluded that the method allows for greater assertiveness in relation to compatibility, as it is an automated process, which can reduce waste of materials, staff time and improve the quality of projects.

Key-words: Planning, Civil Works, Tasks and Guidelines.

1. INTRODUÇÃO

O Planejamento de uma obra é uma das principais ferramentas de gerenciamento, o que se torna decisivo como parte na priorização de ações, acompanhar o andamento dos serviços e comparar a linha de base com o estágio da obra em tempo hábil, quando algum desvio e incompatibilidade é detectado, incluindo estudos de longo, médio e curto prazo, focado nas metas das equipes e programações diárias.

Com uma abordagem lógica e de fácil compreensão este trabalho, justifica-se em abordar a análise da compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de obras voltadas para a área civil, o que inclui planejamento e controle de obras como sendo um guia essencial para todo profissional que precisa controlar custos, evitar atrasos e garantir o sucesso do empreendimento.

E devido à crescente competitividade no mercado da área civil, questiona-se: as empresas têm entendido a necessidade de bons investimentos no setor de planejamento e orçamento de obras, somente com o controle minucioso ou para alcançar seus principais objetivos incluindo lucro e qualidade?

O objetivo da pesquisa é analisar a eficiência de um planejamento compatível com verbas orçamentárias para a área civil, verificando a efetividade de processos no mundo da construção compreendendo assim que um planejamento detalhado e bem elaborado tenha fins de facilitar gerenciamento de obras, visando parâmetros que digam respeito aos principais indicadores como prazo, custo, lucro e qualidade. Quanto aos objetivos específicos, optou-se em verificar a eficiência do processo orçamentário de obra com foco no Planejamento visando definição e duração de precedência.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido por meio de revisão de literatura, de natureza descritiva, com pesquisas dos últimos 10 anos. Desta maneira, foi realizado o levantamento de explanações de autores através de livros, trabalhos acadêmicos e publicações escritas quanto ao tema. Além da consulta em livros, no intuito de reunir materiais específicos, foi acessada a base de dados da *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), revistas publicadas gratuitamente e sites confiáveis utilizado no canal do Google Acadêmico.

2.2 Resultados e Discussão

O planejamento de obras inclui estudos de longo, médio e curto prazo, focado nas metas das equipes e programações diárias. O planejamento de obras é um processo dinâmico e contínuo que inclui uma série de táticas para metas futuras em que as decisões devem ser tomadas com antecedência, tais ações devem ser tomadas para garantir que o processo seja executado corretamente, levando em conta prazos, custos, qualidade e segurança (Lopes, 2020). Tal ação é eficaz e eficiente pois fornece inúmeros benefícios para a equipe de projeto e gestão, que pode variar de acordo com a filosofia e necessidade de cada organização, pois esta é uma parte importante da função da gestão, ou seja, um conjunto de processos, tarefas e diretrizes a serem desenvolvidas e implementadas através de

ações objetivas (Neves, 2023).

É de extrema importância a elaboração orçamentária de uma obra uma vez que ela se torna um diferencial pois nada mais é que a relação do tempo de realização das atividades em sintonia com o prazo final estipulado, estando encaixadas nesta sequência evidentemente minimiza desperdícios e reduz custos (Corrêa, 2023).

A curva ABC de insumos se demonstra em forma decrescente, onde as atividades que estão no topo são as que possuem maiores custos que as dispostas abaixo da curva (Porto, 2022, p. 12). Segundo Porto (2022), este método funciona como uma ferramenta de gestão, que funciona tanto como um instrumento que seleciona os custos mais elevados da obra, como controla a produção.

Um fator importante da curva ABC para a construção civil é que a mesma classifica a relevância dos materiais levando em conta sua utilização e seu valor de mercado, garantindo ao administrador de planejamento a visualização dos insumos e serviços que demandarão maior atenção, deste ponto de vista o custo da obra é baseado com essa ferramenta para que haja mais habilidade e cautela ao logo da obra (Santos *et al.*, 2020).

Dentre os insumos que podem ser aplicados a curva ABC estão mão de obra, serviços e equipamentos. Quanto mais bem detalhados forem, melhor será a execução e o controle da gestão (Vale; Piurcosky, 2021). De acordo com Mattos (2006 *apud* Vale; Piurcosky, 2021), esses itens se classificam em três diferentes classes: 1) Classe A: 20% dos itens representam 80% custo total da obra; 2) Classe B: 30% dos itens representam 15% do custo da obra; 3) Classe C: 50% dos itens representam 5% custo total.

Com base ao exposto, é facilmente notável que ao decorrer do tempo toda evolução no mercado de trabalho tornou-se altamente competitiva onde se faz necessário a adequação dos profissionais da construção civil para acompanhar as mudanças frequentes em sua área de atuação e atender o mercado, logo a importância na elaboração de estratégias é importante para evitar gastos excessivos durante a execução dos seus projetos (Vale; Piurcosky, 2021).

Na Tabela 1, são apresentados os principais achados artigos que são de extrema importância para compor os resultados.

Tabela 1. Distribuição de artigos conforme análise da compatibilização de orçamento

Autor(es)/Ano	Principais resultados
Silva; Comparim/2016	Foram observados projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário e tanto dos projetos convencionais (2D) quanto dos projetos compatibilizados (3D) foram extraídos os quantitativos de serviços necessários para a execução da obra, com esses quantitativos foram elaborados os orçamentos da edificação para ambos os casos
De Almeida;Voges/ 2021	As incompatibilidades aparecem em diferentes áreas e situações, sendo que, ao mesmo tempo em que a modificação pode ser em todos os ambientes do apartamento e em todosos projetos, algumas podem ser em apenas um projeto ou circunstância específicos. Na situação em que a modificação é exclusivamente em um único projeto, essa alteração pode acarretar incompatibilidades com outros serviços.
Dulnik; Rachid/2023	Todas as interferências físicas identificadas ao longo do processo, admite-se que emalguns projetos não foi dada a devida atenção em relação à assertividade e à compatibilização entre outras disciplinas.

Franklin et al./2022	Evidenciou-se que um dos fatores que mais dificultam elaborar e implantar um processo de compatibilização eficiente, está relacionado ao conservadorismo ainda presente no nível máximo de hierarquia na gestão das construtoras do ramo residencial, possuindo resistência à mudança
Gonçalves; Rabelo/ 2021	Além da compatibilização de projetos ainda ser um processo considerado “novo”, pouco utilizado e não obrigatório, sua execução mostrou-se eficaz mesmo as interferências detectadas no estudo de caso não sendo tão expressivas, evitar tais problemas reduz muitos danos com custo e tempo

Fonte: Lima, 2023.

Conforme Silva e Comparim (2016), a análise da compatibilização dos projetos no âmbito orçamentário e gerencial evidência de forma clara e objetiva que o desenvolvimento de projetos de forma isolada, por mais simples e pequenos que sejam, podem causar vários prejuízos nos empreendimentos, se não tiver nenhuma interação entre os projetistas. Bernardes (1996), assegura que um planejamento pode ser considerado um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar positivamente, atendendo as necessidades dos clientes e do mercado, constituindo em um processo de tomada de decisão com a finalidade de antecipar as ações futuras e utilizar meios eficazes para suas realizações.

De Almeida e Voges (2021) afirmam ao dizer que se deve levar em consideração o fato de que, o projeto arquitetônico designado como projeto base para um empreendimento é aprovado, junto com outros projetos complementares. Neste intervalo entre a aprovação dos projetos, sempre ocorre alguma alteração e não seja realizada em outro que está sob a análise de outro órgão. Deste modo, ao fim do processo de aprovação dos projetos, pode-se identificar algumas incompatibilidades. Assim, percebe-se a importância dos projetos legais e projetos executivos, para que não haja problemas na obra e retrabalhos. Monteiro, Sobrinho Júnior e Cavalcanti (2017, p. 57) destacam que “uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade do projeto pela eliminação das não-conformidades apresentadas pelos mesmos” a fim de reduzir o máximo de desperdícios e conflitos entre todos os projetos que estão envolvidos com a obra.

O método de compatibilização entre projetos permite uma confiança na redução de erros, conforme citam Dulnik e Rachid (2023), por se tratar de um procedimento automatizado, com testes de detecção ajustáveis de interferências, em que se encontram erros que futuramente poderiam causar gastos e retrabalhos adicionais. Segundo Nascimento (2012), ao iniciar a edificação, deve haver um planejamento que possa levantar as prováveis interferências que poderão existir entre a disciplina da construção civil e os projetos arquitetônicos, estruturais, hidráulicos etc., a falta desta etapa pode gerar vários problemas durante a execução, causando custos para correções, e em níveis elevados, prejudicando a eficiência e durabilidade da edificação.

As conclusões apresentadas na pesquisa de Franklin et al. (2022) despontam um panorama geral sobre as principais abordagens do método de compatibilização de projetos, salvo sob a ótica dos profissionais que atuam no setor, expondo uma série de dificuldades e obstáculos que precisam serem sanados. Acredita-se que sua substância servirá como alicerce para reflexão das melhorias possíveis no sentido de adaptar uma otimização dos processos em um setor de vital importância na construção civil. O planejamento de obras pode ser considerado uma estratégia para o engenheiro antes do início de qualquer obra ou reforma que servirá como auxílio ao longo da execução. É através de um planejamento preciso que o gestor pode e deve mensurar possíveis imprevistos e assim planejar uma resolução eficaz antes mesmo deles virem à tona (Porto, 2022).



Gonçalves e Rabelo (2021) com os efeitos da correção, caso os projetos ainda proporcionem incoerências entre si, o método de compatibilização se repete com uma nova reunião e os projetos novamente são encaminhados os autodoc discriminando-os como obsoletos dentro de suas respectivas disciplinas. Assi (2021) cita que é na elaboração do planejamento que são levantados todos e quaisquer ferramentas tecnológicas que se encaixam ao empreendimento no qual o processo construtivo pode ser adotado, visar o gerenciamento financeiro da obra reduz riscos. Uma obra bem planejada proporciona a colaboração e esforço de todos os envolvidos resultando em uma boa comunicação entre engenheiro, mestre de obra e contratante, o que além de demonstrar controle e autoridade de quem está coordenando o empreendimento também demonstra segurança no resultado (Assi, 2021).

Consiste no orçamento de uma obra, fazer levantamento de custos de forma detalhada para que haja controle do custo total e trazer conhecimento do valor financeiro envolvendo materiais e mão de obra. O orçamento é um dos principais itens de planejamento, diante disto demonstra a viabilidade da realização da obra. Concluindo assim que o orçamento deve seguir as seguintes atividades: levantamento de quantitativo, cotação de insumos, composição de preços unitários, composição de benefícios e despesas indiretas (BDI) e montagem de planilhas (Oliveira, 2014).

O orçamento executa um levantamento de custos e sua quantidade, em vista que essa fase tem como importância estipular um valor total de obra e constatar a probabilidade de realização da mesma, além de estipular valor de mercado do empreendimento. Desse modo ainda é permitido fazer correções indispensáveis na elaboração das planilhas orçamentárias, na qual está descrito todo o custo da obra (Porto, 2022).

É necessário realizar um cronograma financeiro que consiste na ordem em que as atividades laborais estão classificadas, cada serviço demanda sua necessidade e seu prazo de realização (Pereira, 2022). Este cronograma é fundamental para representar gastos relativos a cada execução, custos totais na medida em que as atividades estão sendo concretizadas e controle de caixa da empresa, onde só concluirá este cronograma assim que a entrega final do empreendimento for feita (Porto, 2022).

Um outro fator importante, se dá ao fato de o gerente poder programar compras de suprimentos de obra, de forma antecipada evitando compras emergências e atrasos. Além de facilitar o acompanhamento da obra, com esse sistema, e o detalhamento de cada atividade (Costa; Dias, 2017).

A relação de atividades é indicada através desta rede, para que sejam realizados os caminhos críticos, sendo que qualquer atraso em uma dessas atividades, irá gerar consequentemente atraso nas atividades futuras estendendo o prazo final da obra.

Outro fator importante da rede, é que a mesma permite ao engenheiro ter a noção de datas para início das atividades, essa noção mostra o andamento da obra, quando as atividades estão antecipadas ou atrasadas. A Figura 1 apresenta um exemplo de diagrama de rede PERT/CPM, onde se percebe na cor vermelha, o trajeto do Caminho Crítico.

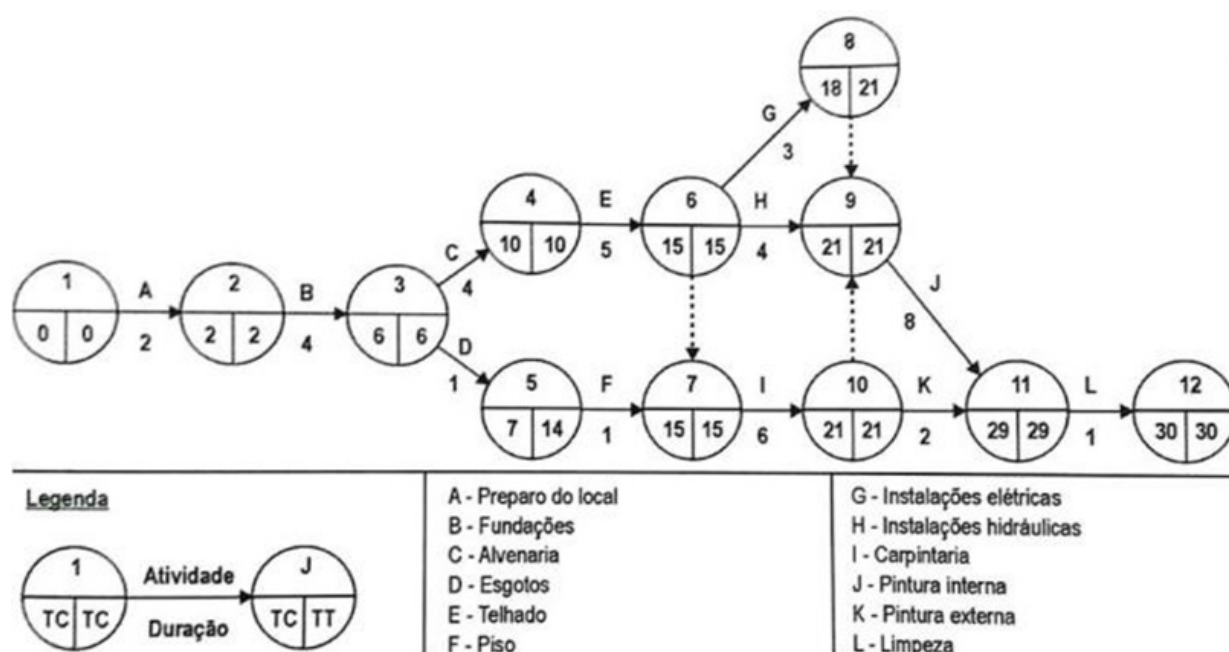


Figura 1. Diagrama de rede PERT/CPM

Fonte: Victor, 2019

O caminho crítico consiste em um trajeto mais longo da rede, sendo que todos os outros caminhos devem terminar no caminho crítico, antes da rede. Porto (2002) afirma que a duração total do projeto, segue conforme a duração do caminho crítico. Tais caminhos seguem a rota conforme arcos, do início até o fim da rede, sendo seu comprimento a soma de duração das atividades ao longo dos caminhos. Todas as atividades que estão situadas ao longo do caminho crítico recebem o nome de atividades críticas, logo o atraso das mesmas resulta na prolongação do prazo de duração do projeto, desta forma atrasos devem ser previamente evitados com atenção redobrada sobre cada atividade, para que o processo mantenha o prazo estabelecido.

4. CONCLUSÃO

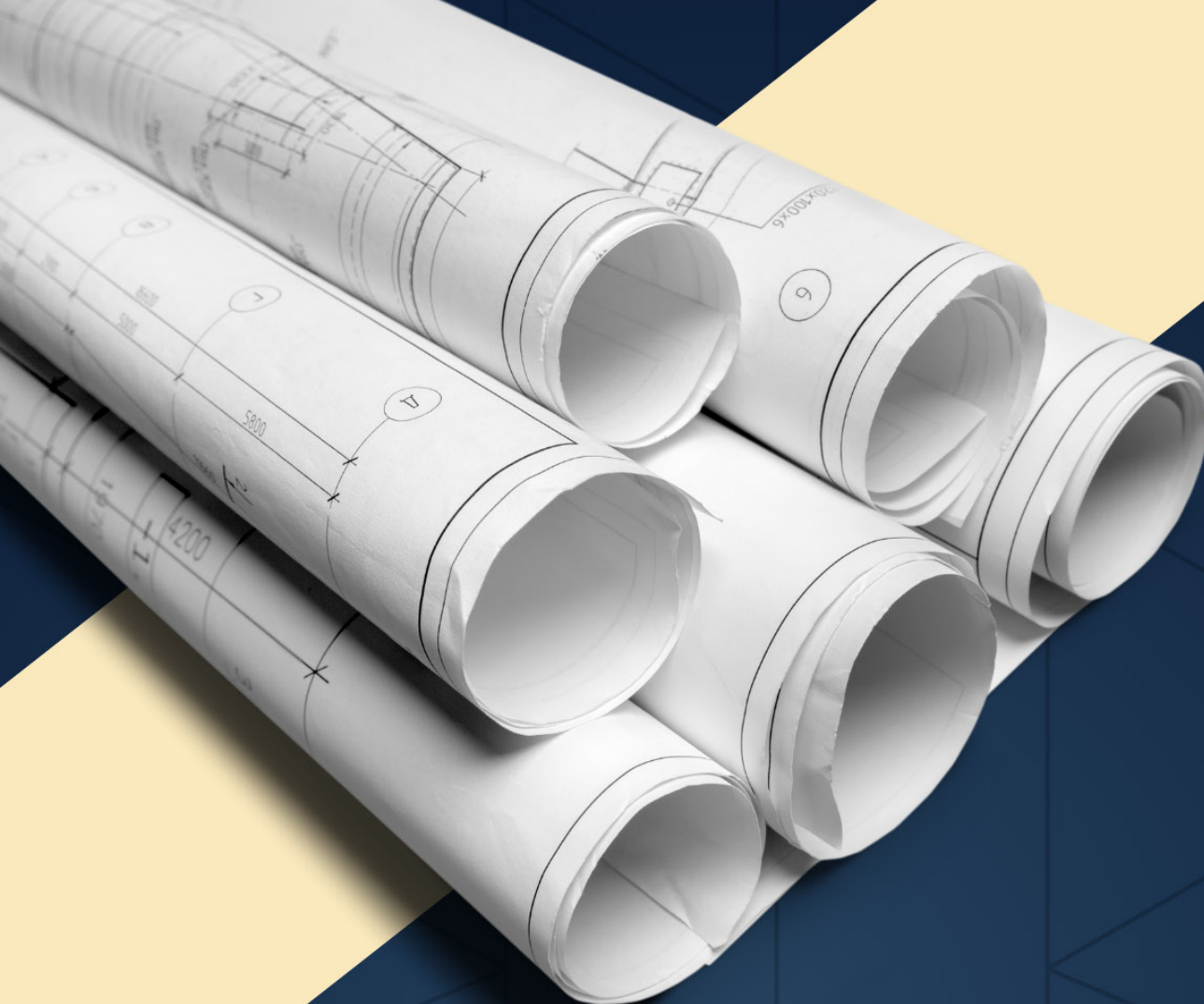
Este estudo conclui que é de fundamental importância o investimento no setor de planejamento, orçamento e controle gerencial de obras. A pesquisa alcançou o objetivo, onde foi compreendido que para analisar a eficiência de um planejamento compatível com verbas orçamentárias para a área civil, é necessário verificar a efetividade de processos no mundo da construção compreendendo assim que um planejamento detalhado e bem elaborado tenha fins de facilitar gerenciamento de obras, visando parâmetros que digam respeito aos principais indicadores como prazo, custo, lucro e qualidade.

Visto que, o planejamento e orçamento sem controle são sem sentido, ambos não existem sem um minucioso e detalhado controle. Com bons investimentos nesses setores as empresas correm menos riscos, pois se antecipam de seus problemas e conseguem garantir assim seus principais indicadores, prazo, custo, qualidade e lucro como já foi descrito no resumo e na introdução desse trabalho, visto a importância de tais indicadores.

Considerando as incompatibilidades deparadas, concluiu-se que o método admite uma maior assertividade relacionado à compatibilização, por se tratar de um processo automatizado, o que pode diminuir os desperdícios de materiais, tempo da equipe e melhorar a qualidade dos projetos.

Referências

- ASSI, Marcos. **Gestão de riscos com controles internos**. Saint Paul Editora, 2021.
- BERNARDES, Mauricio Moreira et al. Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo do seu fluxo de informação: proposta baseada em estudo de caso. 1996.
- CORRÊA, João Marcos de Souza. **Planejamento e controle de obras utilizando o MS Project**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- COSTA, Roberto Figueiredo; DIAS, Mario. **Manual do comprador: Conceitos, técnicas e práticas indispensáveis em um departamento de compras**. Saraiva Educação SA, 2017.
- DE ALMEIDA, Kalil Abreu; VOGES, Bruno Dilmar. Análise da compatibilização de projetos na Engenharia Civil. Estudo de Caso: Compatibilização de projetos de edifício residencial no município de São José/SC. 2021.
- DULNIK, YAN VINICIUS DIAS; RACHID, Ligia Eleodora Francovig. Análise do uso da plataforma bim para compatibilização do projeto de uma residência. **Revista Técnico- Científica**, n. 32, 2023.
- FRANKLIN, Luan de Oliveira et al. Análise do Processo de Compatibilização de Projetos em um Edifício Residencial de Múltiplos Pavimentos Localizado na Cidade de São Paulo-Estudo de caso. 2022.
- GONÇALVES, José Henrique Bernardes; RABELO, João. Compatibilização de projetos: análise em edifício residencial de grande porte. 2021.
- LOPES, Livia De Faria. Processo de planejamento estratégico em empresas da construção de edificações. 2020.
- MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira et al. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, 2017.
- NASCIMENTO, Rogério Edison. Patologia das construções devido ao tempo de uso ênfase em instalações. 2014.
- NEVES, Guilherme Silva. PLANEJAMENTO E GESTÃO DE OBRAS COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2023.
- OLIVEIRA, David Henrique Maia de. Metodologia de controle de custos em obras. 2014.
- PEREIRA, Rian de Ávila. Avaliação da gestão de projetos de engenharia no setor público: um estudo de caso no âmbito municipal. 2022.
- PORTO, Raphael. A importância do planejamento de obras na construção civil. 2022.
- SANTOS, Luiz Rodrigo Vasconcelos et al. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA GESTÃO DE ESTOQUE COM FOCO NA LOGÍSTICA DOS MATERIAIS EM UMA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista OPARA**, v. 10, n. 1, 2020.
- SILVA, Jorge da; COMPARIM, Leonardo Luis. Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas AutoCad e Revit. 2016. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.
- VICTOR, João. **Entendendo o diagrama de redes do seu projeto**. 2019. Disponível em: <https://www.guiada-engenharia.com/diagramas-redes-elementos/> Acesso em: 25 de setembro de 2023.



32

PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS: BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM

**CONSTRUCTION PLANNING AND MANAGEMENT:
BENEFITS OF APPLYING BIM TECHNOLOGY**

Amanda Balata Veras

Resumo

O Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia de trabalho que permite obter um modelo digital do edifício com uma série de informações que vão desde o projeto, construção, operação até a desconstrução. É um método que define processos operacionais precisos, possibilitando a produção dinâmica, multidisciplinar e compartilhada de informação. Este artigo teve como objetivo discutir os benefícios da tecnologia de BIM no planejamento e gerenciamento de obras. Foi adotado o método de revisão de literatura, com abordagem qualitativa. Verificou-se que o BIM é usado para gerenciar de maneira otimizada o ciclo de vida completo de um projeto, favorecendo a colaboração e coordenação de todos os envolvidos, desde profissionais às empresas. O tema BIM vem sendo cada vez mais discutido na indústria da construção civil, especialmente pelas demandas trazidas pelas novas legislações relativas no país. O principal objetivo de todos os envolvidos deve, portanto, ser produzir projetos de construção de forma eficiente, de alta qualidade e de maneira sustentável, dentro do orçamento e do cronograma, validando a importância de modelos como o BIM. Conclui-se que a otimização dos processos e procedimentos, bem como no aumento da produtividade e eficiência deve ser o objetivo de todas as empresas da indústria da construção. Inovar processos talvez seja ainda mais importante e vantajoso para as pequenas e médias empresas, pois o BIM é uma forma de trabalho otimizado.

Palavras-chave: Construção Civil, Tecnologia BIM, Planejamento de Obras, Gerenciamento de Obras.

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a work methodology that allows you to obtain a digital model of the building with a series of information ranging from design, construction, operation to deconstruction. It is a method that defines precise operational processes, enabling the dynamic, multidisciplinary and shared production of information. This article aimed to discuss the benefits of BIM technology in planning and managing works. The literature review method was adopted, with a qualitative approach. It was found that BIM is used to optimally manage the complete life cycle of a project, favoring the collaboration and coordination of everyone involved, from professionals to companies. The BIM topic has been increasingly discussed in the construction industry, especially due to the demands brought about by new legislation in the country. The main objective of everyone involved should therefore be to produce construction projects efficiently, of high quality and in a sustainable manner, within budget and schedule, validating the importance of models such as BIM. It is concluded that optimizing processes and procedures, as well as increasing productivity and efficiency, should be the objective of all companies in the construction industry. Innovating processes is perhaps even more important and advantageous for small and medium-sized companies, as BIM is a form of optimized work.

Keywords: Civil Construction, BIM Technology, Construction Planning, Construction Management.

1. INTRODUÇÃO

O modelo *Building Information Modeling* (BIM) é baseado no princípio orientador de primeiro planejar e otimizar digitalmente para depois construir na vida real. Quaisquer erros de planejamento, ambiguidades, conflitos de desempenho ou lacunas de planejamento são localizados e eliminados antecipadamente a partir de um modelo virtual com a ajuda de soluções desenvolvidas em conjunto por todos os planejadores. Esta estratégia destina-se a evitar contratempos, interrupções, paralisações ou similares durante a construção.

A tecnologia BIM otimiza o fluxo de trabalho para todos os envolvidos na execução do projeto e permite acompanhar o ciclo de vida da edificação em sua totalidade, desde a fase de projeto até a execução. Deve ser usado de forma consistente desde o início do planejamento, bem como nas fases de licitação, adjudicação e execução. Com a ajuda desse método, os dados de desempenho são vinculados de forma inteligente aos custos e prazos. Neste contexto, a decisão de tornar o BIM obrigatório também no Brasil foi tomada por razões da busca pelo aumento de eficiência e redução de custos associados ao modelo.

A importância do BIM para a prática diária na indústria da construção vem aumentando continuamente, de modo que foi oficialmente tornado lei no Brasil graças ao Decreto nº 9.377 C6-BIM, que estabeleceu a estratégia nacional para a difusão do BIM no país. Desse modo, todos os contratos públicos de construção que sejam celebrados entre a administração pública nos âmbitos federal, estadual e municipal, assim como do Distrito Federal, e que sejam regidos pela nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos obrigam que as empresas de todos os portes que pretendem fazer parte de licitações públicas adotem o BIM, justificando o interesse pelo tema.

Assim, esta pesquisa pode contribuir para construção de um acervo teórico que possa orientar profissionais e acadêmicos da área de engenharia civil sobre essa nova realidade de mercado, enfatizando os benefícios que podem ser alcançados pela correta aplicação dos princípios BIM no planejamento e gerenciamento de obras. Ademais, diante de um mercado competitivo e em constante evolução da construção civil, questiona-se: quais os benefícios para o planejamento e gerenciamento de obras da adoção dos princípios da tecnologia BIM?

Visando construir uma resposta adequada à questão apresentada, foi definido como objetivo geral desse artigo: discutir os benefícios da tecnologia de Building Information Modeling (BIM) no planejamento e gerenciamento de obras. Ademais, como objetivos específicos, foram limitados: caracterizar os princípios da tecnologia BIM; e demonstrar, através de uma revisão de literatura, estudos sobre a utilização da tecnologia BIM no planejamento e gerenciamento de obras.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foi proposto o método de revisão de literatura, com abordagem qualitativa e dissertativa, utilizando para embasamento teórico as normas relativas ao BIM em vigência no Brasil, além de livros, trabalhos acadêmicos (teses e dissertações) e artigos científicos/profissionais publicados em revistas especializadas, inclusive online.



Para coleta de dados, foram acessas as bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO), além de bibliotecas virtuais de Instituições do Ensino Superior brasileiras, de julho a agosto de 2023. As buscas foram realizadas a partir dos termos: a) “construção civil”; b) “planejamento e gerenciamento de obras”; c) “tecnologia BIM”.

Como critérios de inclusão, foram selecionadas as publicações produzidas em português, cujo conteúdo estava integralmente disponibilizado de forma gratuita nas bases de dados citadas e que foram publicadas entre 2019 e 2023. Como critérios de exclusão, foram dispensados os estudos cujos conteúdos não foram disponibilizados integralmente, aqueles que não atendaram aos objetivos definidos, além daqueles cuja data de publicação era anterior à 2019.

3. CONCEITOS DE BIM

Building Information Modeling (BIM), que se traduz em “modelagem de dados de construção”, é atualmente o tópico de tendência de construção mais importante, cujo modelo tem a perspectiva de mudar o planejamento da construção e todas as áreas associadas a longo prazo. O modelo BIM não se limita ao uso de softwares, é uma forma de trabalhar, um processo, um modelo, uma tecnologia necessária para criar, coordenar e integrar um padrão de construção virtual multidisciplinar (SANTOS, 2019).

As tecnologias por trás do BIM evoluíram por mais de 50 anos, paralelamente à pesquisa computacional. Os anos 70 e 80 foram décadas de virada no campo da tecnologia da informação e desenvolvimento de software. Portanto, não é de surpreender que a história do BIM tenha começado naqueles anos. Em 1975, o professor americano Charles M. Eastman publicou um artigo intitulado “The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design”, no qual argumentou como seria revolucionário ter uma ferramenta em que as informações sobre mapas, fachadas, perspectivas e cortes fossem combinadas em um mesmo documento e uma única alteração mudasse tudo (BARRETO; SANCHES; ALMEIDA, 2020).

Antes que o BIM fosse reconhecido pelos círculos de construção e design, desenhos de computador bidimensionais e até modelos desenhados à mão eram a norma. Desenvolvido durante as décadas de 1970 e 1980, o RUCAPS (Sistema de Produção Auxiliado por Computador da Universidade de Riad) é comumente aceito como o software que iniciou a história do BIM nos círculos acadêmicos (EASTMAN *et al.*, 2019).

No entanto, não é possível atribuir o desenvolvimento do BIM a um único pesquisador ou a uma nação. Ao longo dessas décadas, a ferramenta evoluiu devido à competição entre as nações ocidentais e o bloco soviético para criar a solução de software de arquitetura perfeita que interrompe os fluxos de trabalho de projeto auxiliado por computador (CAD) bidimensional (SANTOS, 2019).

O boom do software, que começou a se espalhar por todos os setores industriais no início dos anos 2000, levou ao tradicional amadurecimento e adaptação das tecnologias BIM. Nessas décadas, a importância do BIM cresceu não apenas como uma ferramenta de design, mas também como um facilitador de colaboração contínua. Graças aos avanços em Inteligência Artificial e automação, a integração com tecnologias como impressão 3D e pré-fabricação continuaram a elevar os limites e o potencial do BIM a um novo nível (CAETANO, 2021).

Do ponto de vista técnico, o termo significa a integração contínua de dados de cons-

trução relevantes para planejamento, execução e uso de uma construção em um banco de dados central. A ideia por trás disso é a visão holística de todo o ciclo de vida de um produto de construção, desde a concepção, passando pela construção e manutenção, até à sua eliminação ou reciclagem (SACKS *et al.*, 2021).

Quando entendido e usado corretamente, o BIM permite que um projetista de nível básico produza mais trabalho do que um arquiteto veterano que não tem experiência com a interface e os conceitos do programa. Assim, os arquitetos, engenheiros e profissionais da construção do futuro já estão inaugurando uma era de novas possibilidades para seu setor com o BIM (DULNIK; RACHID, 2023).

Enquanto os primeiros protótipos BIM se concentravam em suas funções como uma ferramenta de desenho assistido por computador (CAD), o BIM no século XXI é muito mais do que um software de desenho. De fato, a comunidade da construção está apenas começando a avaliar seus inúmeros benefícios em fases de construção além do projeto - como operações de campo, pesquisa e até mesmo gerenciamento de instalações (NUNES *et al.*, 2020).

Enquanto a Construção 4.0 trata principalmente do uso e da rede de sistemas digitais individuais e separados na fase de planejamento e construção, o BIM segue uma abordagem holística: uma estrutura, independentemente de ser um edifício, estrada ou ponte - é inicialmente planejado como um modelo de computador em rede. Todos os dados relevantes do projeto, que são gravados digitalmente, combinados e modelados tridimensionalmente, fluem para este modelo (SACKS *et al.*, 2021).

Conforme Caetano (2021) como todas as informações são gerenciadas em um sistema em nuvem, todos os arquitetos, engenheiros, planejadores, autoridades e construtoras envolvidas têm acesso às informações liberadas para estes a qualquer momento durante o planejamento, construção, operação, demolição ou descarte. Isso elimina um esforço de coordenação significativo.

4. FUNÇÕES DO SISTEMA BIM

O objetivo do BIM é coletar as informações de todos os participantes do projeto em um modelo de informação. Este modelo, por sua vez, fica disponível para todos os participantes do projeto que fornecem informações para processamento posterior. Paralelamente à forma convencional de trabalhar, não são necessárias apenas funções ao nível de planejamento e execução (projeto preliminar, projeto e planejamento de execução, construção etc.) durante um projeto, mas também uma coordenação especial ao nível da tecnologia da informação. A responsabilidade e complexidade desta tarefa aumenta com o número de participantes em um projeto (SANTOS, 2019).

As empresas de construção que lidam com o tema BIM referem, em particular, à troca de informações e quaisquer alterações durante o planejamento e organização do canteiro de obras como resultado da introdução do modelo. Além disso, ao usar os métodos de trabalho BIM, são definidas novas áreas de responsabilidade que devem ser preenchidas por novos responsáveis. Uma vez que todas as informações de planejamento e requisitos para o projeto de construção são coletados em um servidor ou em uma nuvem, a compatibilidade, ordem e conformidade com os regulamentos definidos internamente devem ser assegurados (SACKS *et al.*, 2021).

O processamento de um projeto de construção é realizado por diferentes participantes do projeto que trabalham com diferentes ferramentas de planejamento, cálculo e ge-

renciamento específicos do assunto e, portanto, precisam se coordenar entre si. Para isso, devem ser utilizadas instâncias que introduzam a gestão da informação e a coordenem constantemente. É um desafio organizacional coordenar as responsabilidades de todos os envolvidos na construção, nomear direitos e obrigações e coordená-los em termos de conteúdo e prazos (SANTOS, 2019).

Durante o planejamento, as variantes do projeto podem ser visualizadas de forma rápida e fácil no sistema BIM. Erros de planejamento são amplamente evitados por verificações de conflitos porque, por exemplo, quando uma porta é movida, todas as redes de abastecimento também são movidas automaticamente (CAETANO, 2021).

Depois de decidir sobre um projeto, o planejamento de quantidade dos materiais e componentes de construção é realizado automaticamente, assim como o envio das propostas para os envolvidos. Se forem feitas alterações durante a fase de construção, as empresas executoras recebem as informações relevantes em tempo real e podem reagir rapidamente para atender as novas demandas geradas (MANZIONE; MELHADO; NÓBREGA, 2021).

Como as quantidades podem ser planejadas com mais precisão, edifícios e componentes podem ser mantidos no prazo e descartados ou reciclados de maneira direcionada, o BIM também contribui para a conservação e sustentabilidade de recursos. Além do próprio banco de dados, os dois elementos mais importantes na modelagem de dados da construção são o uso de um poderoso sistema de software BIM e de um gerenciador BIM, que cuidam da integridade, mantendo os dados e documentos o mais atualizados possível e coordenando-os (SACKS *et al.*, 2021).

Como os sistemas BIM funcionam com padrões abertos de troca de dados, quase todos os programas comuns de arquitetura, construção e planejamento de projetos são capazes de fornecer ou processar dados BIM. Os dados de medição e imagem, que são fornecidos por scanners a laser ou drones, por exemplo, também podem ser transferidos diretamente para o modelo BIM. Provedores relevantes para sistemas BIM são, por exemplo, AutoDesk e Vectorworks (DULNIK; RACHID, 2023).

Inúmeras soluções de software de construção já são baseadas no padrão BIM, desde medições 3D até planejamento, implementação e uso até a demolição. Esses dados também estão sendo cada vez mais usados por programas para planejamento e controle de custos, para planejamento de tempo e recursos de construção, para verificações de estruturas, otimização estática ou energética de edifícios (SACKS *et al.*, 2021).

As tendências de mercado, como visualização e apresentações 3D em realidades virtuais ou aumentadas e saída tridimensional via impressoras 3D, recebem um novo impulso pelo planejamento BIM. As plantas não são mais desenhadas na forma de linhas 2D, mas os edifícios são modelados digitalmente usando componentes ou elementos de construção. As linhas são assim substituídas por componentes definidos no software. Dessa forma, o chamado modelador BIM é uma nova profissão que exige amplo conhecimento das propriedades dos componentes, construções e relações estáticas/dinâmicas e ser capaz de aplicá-los e inseri-los no modelo BIM (NUNES *et al.*, 2020).

Entende-se que desenhistas/modeladores BIM (engenheiros, arquitetos, consultores e planejadores especializados) adquiram o conhecimento adicional de modelagem exigido pelos softwares, para que sejam capazes de criar modelos de construção compatíveis com BIM, inserirem informações ou atributos para os respectivos componentes e contribuam com sucesso para a troca de informações no modelo (LEUSIN, 2020).

Como parte do método de trabalho BIM, o modelador cria o planejamento comer-

cial individual e o coordenador combina o planejamento individual em um modelo BIM geral. O essencial é que um modelo 3D BIM deve ser criado de acordo com certas regras de modelagem, geralmente especificadas pelo cliente. Em princípio, o modelo de construção pode consistir em vários modelos (parciais), para que os projetistas especializados recebam apenas as informações de que precisam. Portanto, é possível, por exemplo, que o desenhista/modelador ou especialista em planejamento oculte os atributos dos componentes do planejamento CAD (CAETANO, 2021).

No que diz respeito às consequências de responsabilidade do BIM, é importante que apenas o autor, ou seja, o criador de um modelo, possa alterar ou corrigir suas próprias informações de planejamento. Em princípio, nenhuma alteração pode ser feita nos modelos de outros. Vale ressaltar neste ponto que o software CAD documenta automaticamente a data e hora das alterações do plano e também a execução e acesso ao plano. Isso simplifica bastante o gerenciamento anteriormente necessário de listas de mudança, entrada e saída de plano (REIS, 2021).

Ao trabalhar com BIM, o coordenador BIM mescla os planos individuais em um modelo BIM geral. Se nenhum coordenador for usado neste momento, será difícil cumprir as diretrizes de cooperação. Nesse caso, a troca de informações não pode ocorrer sem erros - não há ordem e não há estrutura de projeto compreensível. Portanto, um coordenador responsável deve ordenar e arquivar as informações existentes no servidor de forma estruturada (SACKS *et al.*, 2021).

A função de Gerente BIM pode ser assumida pelo arquiteto ou engenheiro civil, pelo planejador geral, pelo gerente de instalações ou por um prestador de serviços contratado especificamente para esse fim. O profissional que desempenha essa função garante a conformidade com as especificações para modelagem de componentes, estruturação de construção ou transferência de dados e garante que o modelo de dados comum e todos os modelos especializados permaneçam consistentes e muito mais (CAETANO, 2021).

As várias partes do BIM são descritas em termos de suas dimensões: 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operações), 7D (sustentabilidade) e até 8D (segurança). Esta propriedade multidimensional do BIM foi definida como “modelagem nD” porque um número quase ilimitado de dimensões pode ser adicionado ao modelo de construção (DULNIK; RACHID, 2023).

O modelo 4D combina atividades de construção com cronogramas e imagens 3D, resultando em uma simulação gráfica em tempo real do andamento da construção. A dimensão “tempo” permite avaliar a viabilidade e o planejamento do fluxo de trabalho de um projeto (REIS, 2021).

O modelo 5D agrega a dimensão “custo” ao modelo e permite a geração instantânea de orçamentos e representações financeiras, levando em consideração o aspecto temporal, o que aumenta a precisão das estimativas, minimiza as disputas que os dados CAD geralmente causam e permite que os consultores de custos invistam mais tempo agregando valor (SANTOS, 2019).

Ao contrário da organização convencional de um projeto de construção, em que o planejador lidera um grande número de grupos de planejamento especializado, no BIM o planejamento é coordenado em conjunto no laboratório 5D na equipe. Um coordenador BIM é responsável por garantir uma troca de informações tranquila entre as várias partes (SACKS *et al.*, 2021).

O modelo 6D permite que a gestão de instalações seja incluída no BIM. A adição de uma descrição detalhada de elementos construtivos e serviços técnicos com descrições

elaboradas de geometria, relações e propriedades torna o BIM o banco de dados perfeito para gerenciamento de instalações durante seu uso. Se os aspectos do ciclo de vida, como gestão de edifícios, demolição e descarte/reciclagem de materiais também forem levados em consideração, obtém-se o 6D BIM (LEUSIN, 2020).

Destacam Dulnik e Rachid (2023) que o modelo 7D transmite componentes de sustentabilidade para o BIM, oferece aos profissionais/designers a oportunidade de cumprir as metas de redução de emissão de gás carbônico para um elemento específico de um projeto, validar decisões ou examinar e comparar opções. A oitava dimensão inclui aspectos de segurança no processo de planejamento e construção. O edifício pode ser otimizado em termos de sustentabilidade para atender a determinados padrões vigentes. O 7D-BIM também leva em consideração aspectos do uso do edifício (gerenciamento de instalações), como manutenção, reparos, etc.

5. APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA BIM NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção brasileira sempre enfrentou grandes desafios: a escassez contínua de trabalhadores qualificados, os requisitos de qualidade e segurança em constante aumento, a elevação dos preços dos materiais de construção e a ascensão dos custos salariais tornaram difícil às pequenas empresas de construção afirmar-se contra a concorrência das grandes empresas. Os processos digitais para construção e planejamento de projetos e gerenciamento de projetos devem, portanto, ser introduzidos em um estágio inicial para economizar tempo e recursos, fazendo parte do equipamento básico de todos os escritórios de arquitetura/engenharia civil e planejamento (LANDIM, 2020).

Sistemas digitais de levantamento, dimensionamento e medição também podem ser usados em canteiros de obras desde o início e durante o desenvolvimento de outros sistemas digitais, por exemplo, complementado por scanners a laser 3D e drones, que entregam seus resultados de varredura e medição diretamente ao software de planejamento (LEUSIN, 2020).

Assim, a digitalização está progredindo rapidamente na indústria da construção, especialmente desde o estágio mais recente de desenvolvimento, na chamada “Construção 4.0”, sistemas digitais individuais são conectados em rede e mesclados em processos digitais de planejamento e construção (DULNIK; RACHID, 2023).

A aplicação do método BIM é atualmente o foco da digitalização na indústria da construção. Para otimizar a eficiência da construção civil e fortalecer a competitividade das construtoras, a adoção do método BIM é essencial para além do planejamento e durante a construção. As PMEs em particular, que representam 99% das empresas de construção no país, devem estar familiarizadas com o método para permitir uma aplicação consistente. Para as PMEs do setor de construção os maiores entraves para a utilização do método BIM podem ser os custos de aquisição de software e treinamento de funcionários, bem como o fator tempo necessário para isso (SACKS *et al.*, 2021).

Dados os custos relativamente altos associados ao uso de um sistema BIM e ao pessoal necessário, é claro que os sistemas são usados principalmente por grandes empresas de construção e grandes escritórios de projeto e planejamento. No entanto, pequenas empresas que desejam se envolver em projetos de construção maiores como empresas executoras ou realizar obras regidas pela lei de licitações ainda precisam lidar com o tema do BIM. Estas MPES também devem ter os pré-requisitos para poderem ser integrados ao

fluxo de informações digitais e à troca de dados necessária. No entanto, o que isso significa em termos concretos pode ser melhor determinado em uma consulta individual (SANTOS, 2019).

O uso do BIM e a aparente automação das etapas individuais nos processos construtivos por si só não são garantias para aumentar a eficiência do projeto. Um padrão de qualidade mais alto e confiável só pode ser alcançado se todos os envolvidos na construção estiverem envolvidos desde o estágio inicial, o que possibilita obter informações sobre o status do processamento e permite a coordenação das etapas de planejamento e a troca de informações (DULNIK; RACHID, 2023).

O BIM de alta qualidade significa grandes benefícios para os empreiteiros, pois o modelo pode ser adotado pelo projetista; sendo possível uma oferta de respostas rápidas e bem fundamentadas. Ao mesmo tempo os riscos na execução podem ser identificados em um estágio inicial (CAETANO, 2021).

A gestão de empreendimentos individuais pode ser melhor coordenada, pois as simulações dos processos de construção se tornam possíveis e, devido à vinculação de tempo, recursos e custos, é criado um plano 3D resiliente. Assim, a utilização do BIM dá suporte ao serviço de atendimento ao cliente durante e pós implementação do empreendimento pois os modelos de informações de construção podem ser usados para a operação do edifício (LEUSIN, 2020).

A maneira de trabalhar orientada para o BIM promete inúmeras vantagens: evitam-se múltiplas entradas pelos planejadores especializados envolvidos, os processos de trabalho se tornam mais eficientes, a produtividade é melhorada e as qualidades de planejamento e execução são aumentadas (SACKS *et al.*, 2021).

Os dados do projeto podem ser editados em paralelo por vários editores e de diferentes locais. As alternativas de planejamento podem ser analisadas e avaliadas mais rapidamente, edifícios, componentes, estática e serviços de construção podem ser verificados quanto a colisões entre negócios. Os projetos de construção podem ser otimizados mais facilmente em termos de estática, construção e tecnologia de construção, física de construção ou energia (CHECCUCCI, 2019).

Na fase de licitação, é possível um cálculo de custos e planejamento de tempo de construção mais preciso e rápido. Se todas as informações relevantes para a montagem e execução forem inseridas no modelo BIM, os processos correspondentes podem ser otimizados. Por exemplo, os processos de construção e montagem podem ser simulados até o último detalhe usando o modelo BIM para evitar imprevistos no canteiro de obras (FLORIANO, 2021).

Desta forma, o conhecimento adquirido é documentado e visualizado de forma diretamente acessível e recuperável para todos os envolvidos, o que significa que problemas e colisões podem ser identificados antecipadamente e resolvidos já na fase de planejamento. Custos adicionais desnecessários, causados, por exemplo, por paralisações nos trabalhos de construção e disputas sobre suplementos e interrupções no processo de construção, podem ser amplamente evitados (SACKS *et al.*, 2021).

Assim, para Dulnik e Rachid (2023), os envolvidos na construção podem acessar os planos atualizados em um dispositivo como tablet ou computador para consultar o status mais recente do projeto. Os chamados visualizadores BIM às vezes substituem os planos de papel clássicos, as funções de comentários simplificam as correções do plano e permitem uma reação rápida às solicitações de alteração.

6. CONCLUSÃO

O BIM é o processo que inclui a geração e gestão das informações físicas e funcionais de um projeto. Os resultados do processo são os arquivos que descrevem todos os aspectos do projeto e apoiam a tomada de decisões dentro de um ciclo de projeto. O BIM foi originalmente pensado para ser nada mais do que modelagem 3D, mas há mais do que isso. O BIM e as partes dos sistemas e tecnologias similares podem incluir mais que três dimensões, como tempo (4D), custo (5D) e até 6D (operações pós construção). Então, o BIM abrange mais do que apenas geometria, ou seja, relações espaciais, análise de luz, informações geográficas, quantidades e propriedades de componentes de construção.

A legislação brasileira prevê a introdução gradual da BIM, de modo que na terceira etapa desse processo, torna-se obrigatória a aplicação do método, ainda que inicialmente para projetos federais de infraestrutura. No entanto, este plano também mostra que os atores da cadeia de valor da construção têm que lidar com BIM se quiserem participar de licitações e contratos públicos.

A indústria da construção está sendo amplamente afetada pela digitalização. Enquanto a digitalização em outros setores pode ser realizada caso a caso e estrategicamente planejada, o uso de processos digitais na construção está sendo exigido por lei. A digitalização é, portanto, não apenas uma tendência, mas um desenvolvimento concreto de toda a indústria da construção, que afeta todas as empresas, desde os pequenos escritórios de profissionais liberais até as grandes incorporadoras/construtoras.

Uma abordagem de projeto com BIM requer o oposto do planejamento relacionado à construção, pois atua de maneira orientada aos objetivos e à busca um planejamento completo antes da construção. Estes são os fundamentos para um processo de construção contínuo com custos e prazos previsíveis, exigindo métodos de projeto francamente ágeis. Trabalhar em conjunto – a paralelização de processos na determinação de quantidades e a criação de listas de quantidades, combinadas com as tarefas envolvidas no cálculo de ofertas – substitui a sequência de medição, determinação de quantidades, listas de quantidades, cálculo, preparação de trabalho e gerenciamento de canteiros seguida nos métodos tradicionais.

O uso de soluções de BIM na indústria da construção resulta em melhor trabalho, execução mais rápida, maior produtividade e menores custos. Além disso, entende-se que o uso do BIM também vale a pena para projetos de pequeno e médio porte, especialmente para todos os trabalhos de planejamento e construção que muitas vezes são usados repetidamente da mesma forma ou similar. As vantagens do BIM sobre os métodos tradicionais de gerenciamento de projetos são evidentes tanto em termos de otimização de fluxos operacionais quanto de produtividade.

Dessa forma, respondendo a questão norteadora, a saber: quais os benefícios para o planejamento e gerenciamento de obras da adoção dos princípios da tecnologia BIM?, entende-se que suas vantagens consistem em uma gestão mais eficiente dos processos de estimativa e controle de pedidos. Através de uma computação integrada com modelos 3D, os detalhes das medições são obtidos diretamente dos dados do projetista; em caso de alterações, eles podem ser atualizados automaticamente. O planejamento da obra pode ser realizado com maior consciência da dinâmica construtiva envolvida, graças ao conhecimento do estado da construção em relação aos tempos previstos e quais processos devem ser concluídos para cada elemento construtivo da obra. Além disso, por meio de uma análise criteriosa dos custos e da utilização de recursos, é possível obter um controle preciso das despesas a serem incorridas e das margens de lucro.

Então, a partir da análise de estudos sobre a utilização da tecnologia BIM no planejamento e gerenciamento de obras, verificou-se que, embora BIM seja comumente entendido como uma abordagem utilizada exclusivamente por grandes empresas, o uso dessa tecnologia não só parece vital para as PMEs que atuam no setor da construção, posto que se tornou essencial para que sejam competitivas e, talvez, para sua sobrevivência no setor. Mesmo em um pequeno escritório de engenharia civil ou arquitetura, o BIM pode fazer a diferença, ainda mais considerando que a maioria dos grandes concorrentes já o utilizam e que mesmo no contexto de projetos públicos ou grandes licitações, o BIM é um requisito indispensável. Usar apenas um software, portanto, pode colocar as PMEs imediatamente em desvantagem em relação à concorrência.

Conclui-se que a otimização dos processos e procedimentos, bem como no aumento da produtividade e eficiência deve ser o objetivo de todas as empresas da indústria da construção. Então, optar por inovar processos, talvez seja ainda mais importante e vantajoso para as pequenas e médias do que para as grandes empresas, pois é uma forma de dar um novo impulso ao negócio e de gerir os contratos de forma cada vez mais otimizada através do BIM.

Em se tratando da propositura de trabalhos futuros, indica-se conhecer o estado da arte quanto à utilização da metodologia BIM na empresas de construção locais, visando compreender quais as limitações e dificuldades estão sendo enfrentadas a fim de propor soluções viáveis que possam ser implementadas a médio e longo prazo, bem como intervenções de curto prazo que possam direcionar as ações para o conhecimento dos profissionais quanto a necessidade de capacitação e implementação dos conhecimentos quanto aos métodos de gestão de projetos.

Referências

- BARRETO, B. V.; SANCHES, J. L.; ALMEIDA, T. L. O BIM no cenário de Arquitetura e Construção Civil Brasileiro. **Construindo**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2020.
- CAETANO, F. S. **Proposta e aplicação de fluxo de trabalho para uso da metodologia BIM no processo de orçamentação (BIM 5D)**. 2021. 136f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal de Santa Catarina, Departamento de Construção Civil, Florianópolis, 2021.
- CHECCUCCI, É. de S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, 2019.
- DULNIK, Y. V. D.; RACHID, L. E. F. Uso da metodologia bim para compatibilização do projeto de uma residência. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Curitiba. 32ª ed Abril/2023. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/802/652>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução de C. G. Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- FLORIANO, C. A. A. G. **Análise comparativa entre a metodologia tradicional e a metodologia BIM em um estudo de caso: reforma geral de bloco residencial na Base Aérea de Florianópolis**. 2021. 187f. Dissertação (Mestrado – Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.
- LANDIM, A. E. de F. G. **Os obstáculos à implantação da tecnologia BIM como plataforma no desenvolvimento de projetos na construção civil: uma revisão sistemática de literatura**. 2020. 63 f. TCC (Bacharelado em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras/PB, 2020.
- LEUSIN, S. **Gerenciamento e Coordenação De Projetos Bim**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2020.
- MANZIONE, L.; MELHADO, S.; NÓBREGA Jr; C. L. **BIM e Inovação em Gestão de Projetos**. São Paulo: LTC, 2021.
- NUNES, N. da C. et al. Implantação da plataforma BIM: vantagens e desvantagens. In: **XI Encontro de Iniciação Científica do Centro Universitário de Mineiros/GO – Unifimes**, Goiânia, 2020.



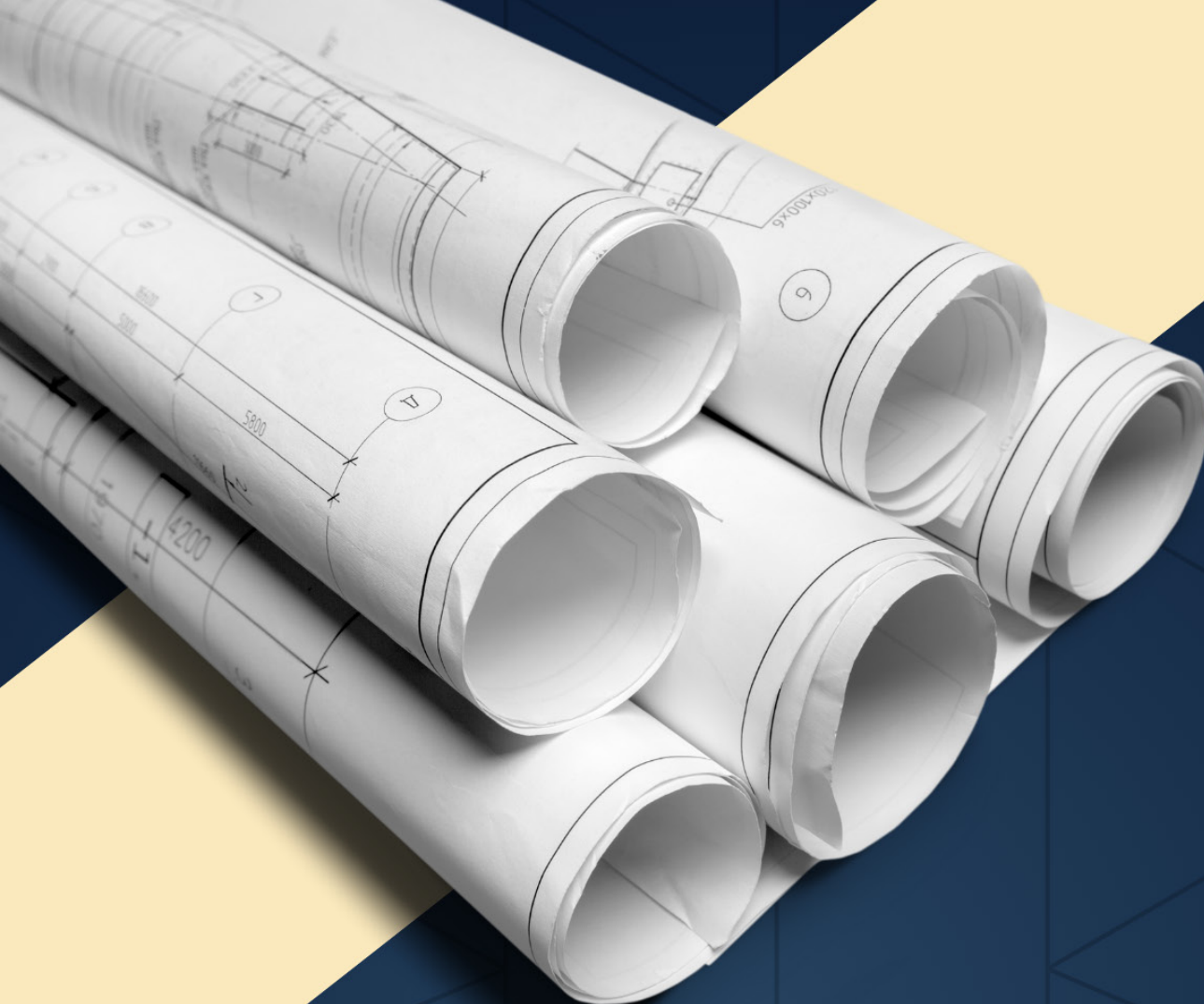
REIS, F. F. P. Aplicação do BIM em projetos: estudo de caso em uma residência unifamiliar de pequeno porte. **GETEC**, v.10, n.33, p.101 -121, 2021.

SACKS, R. *et al.* **Manual de BIM:** Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. 3ª ed. São Paulo: Bookman, 2021.

SANTOS, E. T. **BIM: Conceitos fundamentais.** São Paulo: Poli Integra, 2019. Material didático.

SANTOS, E. T. **BIM: Coordenação de projetos.** São Paulo: Poli Integra, 2019. Material didático.

SANTOS, E. T. **Estratégias de Implantação de BIM.** São Paulo: Poli Integra, 2019. Material didático.



33

OS TIPOS DE PATOLOGIAS DO ASFALTO EM RODOVIAS DO BRASIL

**TYPES OF ASPHALT PATHOLOGIES ON HIGHWAYS IN
BRAZIL**

**Flavio Henrique Soares Pacheco
Isabelly Marques**

Resumo

Este estudo tem como objetivo geral investigar as causas e propor soluções para as patologias observadas nos pavimentos das rodovias brasileiras, abordando a questão tanto sob o aspecto técnico quanto sob o de segurança e mobilidade. Utilizando uma metodologia de revisão bibliográfica, o trabalho analisa as principais patologias que comprometem as estradas nacionais e os métodos para sua identificação precoce e reparo, enfatizando a relevância da qualidade do asfalto e das práticas construtivas adotadas. A pesquisa ressalta a importância do diagnóstico preventivo, que permite intervenções mais eficazes e econômicas, como a aplicação de remendos adequados ao contexto das falhas identificadas. Além disso, sublinha-se a imperiosidade da formação continuada dos profissionais envolvidos nas atividades de inspeção e manutenção das rodovias, assim como a estrita conformidade com as normativas técnicas vigentes. As considerações finais apontam para a necessidade de um compromisso com a excelência em todos os procedimentos de manutenção rodoviária, destacando que uma gestão holística das patologias é essencial para assegurar a integridade e durabilidade dos pavimentos, garantindo estradas mais seguras e eficientes para os usuários.

Palavras-chave: Patologias Rodoviárias. Diagnóstico Preventivo. Processos de Remendo. Qualidade do Asfalto. Formação Profissional. Normativas Técnicas. Manutenção Rodoviária.

Abstract

The general objective of this study is to investigate the causes and propose solutions for the pathologies observed on the pavements of Brazilian highways, addressing the issue from both a technical perspective and from a safety and mobility perspective. Using a literature review methodology, the study analyzes the main pathologies that compromise national highways and the methods for their early identification and repair, emphasizing the relevance of asphalt quality and adopted construction practices. The research highlights the importance of preventive diagnosis, which allows for more effective and economical interventions, such as the application of patches appropriate to the context of the identified faults. In addition, it emphasizes the imperative of continued training for professionals involved in highway inspection and maintenance activities, as well as strict compliance with current technical standards. The final considerations point to the need for a commitment to excellence in all highway maintenance procedures, emphasizing that holistic management of pathologies is essential to ensure the integrity and durability of pavements, guaranteeing safer and more efficient roads for users.

Keywords: Highway Pathologies. Preventive Diagnosis. Patching Processes. Asphalt Quality. Professional Training. Technical Regulations. Road Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

Neste estudo, a atenção se direciona para a investigação das patologias predominantes nos pavimentos das rodovias brasileiras. A questão primordial abordada é: quais são as causas fundamentais para o surgimento dessas patologias em nosso sistema rodoviário? Tal indagação surge da recorrente observação desses problemas que impactam substancialmente a segurança dos usuários, o fluxo de transporte e a economia do país, acarretando em gastos significativos de reparação e manutenção.

A motivação para a execução desta pesquisa decorre da imperativa necessidade de compreender e propor estratégias para enfrentar tais patologias nas rodovias nacionais. Assim, será possível contribuir para a melhoria da infraestrutura rodoviária, beneficiando todos os envolvidos, desde engenheiros e gestores até motoristas e passageiros. Essas patologias podem originar-se de diversos fatores, como a utilização de materiais não apropriados, condições climáticas adversas, falhas de projeto ou execução, e ausência de manutenção periódica. Tais fatores podem resultar em danos que comprometem a funcionalidade e a segurança das rodovias.

O objetivo principal deste trabalho é elucidar as causas preponderantes das patologias que afetam os pavimentos das rodovias brasileiras. De forma mais específica, os objetivos secundários abordam: a conceituação das principais patologias observadas nas estradas nacionais; a análise da situação atual do asfalto utilizado em nossa malha rodoviária; e a avaliação de estratégias preventivas e métodos de reparo e manutenção para os pavimentos danificados. Esta investigação visa oferecer insights valiosos para o setor de infraestrutura rodoviária, propondo soluções para a redução das patologias apresentadas, assegurando, assim, rodovias mais seguras, eficientes e duradouras em todo o território nacional.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada no presente artigo foi uma Revisão Literária, com a abordagem Qualitativa e quanto ao objetivo Descritiva, baseada em livros físicos da Biblioteca da Instituição Pitágoras e virtuais das Bibliotecas 3.0 e Minha Biblioteca, artigos científicos das Bases de dados SciELO, Google Acadêmico, revistas especializadas e as leis que envolvem a temática. Diversos autores relevantes no assunto foram consultados para realizar o trabalho. Foram consultadas obras em português, entre os anos de 2017 a 2023. Para a busca foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: Patologias Rodoviárias. Diagnóstico Preventivo. Processos de Remendo. Qualidade do Asfalto. Formação Profissional. Normativas Técnicas. Manutenção Rodoviária.

2.2 Resultados e Discussão

As rodovias, como espinha dorsal do transporte terrestre, têm uma importância vital para o progresso econômico e social de um país. No Brasil, um vasto território conectado por estradas, a integridade das vias é crucial para a eficiência na movimentação de bens e pessoas. No entanto, nas rodovias brasileiras, um desafio persistente tem sido o aparecimento e a gestão de diversas patologias. Estas patologias são muitas vezes o reflexo de



uma combinação complexa de fatores que vão desde falhas no projeto inicial, passando por erros durante a execução, até a falta de uma manutenção adequada ao longo do tempo. O reconhecimento destas falhas e a busca por soluções não são apenas necessários para a segurança viária, mas também para evitar gastos excessivos em reparos e reconstruções (MEDINA, 2017).

Uma das patologias mais comuns e visíveis que acometem as rodovias são as deformações na superfície do pavimento. Estas deformações, como depressões ou trilhas de rodas, muitas vezes se manifestam em áreas de tráfego intenso e são consequências do desgaste causado pelo peso e repetição das cargas dos veículos. Se não tratadas, estas deformações podem evoluir para problemas ainda mais graves, afetando a segurança do tráfego e aumentando os custos de manutenção. As trincas e fissuras, por sua vez, são outra categoria de patologia frequentemente encontrada. Com características distintas quanto à sua orientação e comprimento, essas fissuras podem surgir devido a variados fatores. Estes incluem tensões originadas de variações térmicas, retração do material do pavimento e até mesmo movimentos do solo subjacente. Uma vez presentes, essas trincas e fissuras se tornam portas de entrada para a infiltração de água, que, ao se acumular, pode resultar em erosões e afetar toda a estrutura do pavimento (MOTTA, 2018).

Progressivamente, se essas fissuras e trincas não são tratadas, podem evoluir para a formação de buracos, ou como são popularmente conhecidos, panelas. A entrada contínua de água através dessas aberturas no pavimento pode causar uma desestabilização da base da estrada, criando vazios. Com a ação do tráfego, a camada superficial do pavimento acaba cedendo, formando buracos que representam riscos diretos à segurança dos motoristas. Outra patologia relevante é a exsudação de betume, fenômeno que leva ao surgimento de manchas escorregadias na superfície do pavimento. Este problema é geralmente associado ao excesso de betume na composição asfáltica ou a falhas durante o processo de compactação. A exsudação pode tornar a pista perigosa, especialmente em condições de chuva, uma vez que a superfície se torna mais escorregadia, aumentando o risco de acidentes. A delaminação, caracterizada pelo descolamento entre camadas de revestimento asfáltico, e a desagregação, que envolve a perda de agregados na superfície, são outras patologias que merecem atenção no contexto das rodovias brasileiras, pois comprometem diretamente sua funcionalidade e durabilidade (LIMA, 2019).

No contexto das rodovias brasileiras, uma análise mais profunda revela patologias não apenas ligadas diretamente ao pavimento, mas também ao projeto e ao ambiente circundante. As falhas geotécnicas, por exemplo, têm raízes em aspectos relacionados ao solo e ao terreno sobre o qual a rodovia foi construída. Deslizamentos e erosões em taludes são frequentemente observados em regiões de topografia acidentada ou com características geológicas desfavoráveis. A prevenção desses problemas exige estudos geotécnicos robustos e planejamento adequado para garantir a estabilidade e a segurança, não apenas do pavimento, mas de toda a estrutura rodoviária. Ignorar essa etapa fundamental pode resultar em catástrofes, com graves impactos socioeconômicos e até mesmo perda de vidas (RIBEIRO, 2020).

Além dos aspectos geotécnicos, as drenagens inadequadas ao longo das rodovias desempenham um papel crítico no surgimento de patologias. A gestão eficaz das águas pluviais e subterrâneas é essencial para a integridade de qualquer infraestrutura rodoviária. Canais de drenagem mal projetados ou obstruídos, sarjetas ineficientes e bueiros insuficientes podem levar ao acúmulo de água na superfície ou no subsolo da via. Este acúmulo contínuo pode gerar uma série de problemas, desde a degradação acelerada do pavimento até deslizamentos e erosões em áreas adjacentes. A água, quando não gerenciada corretamente, pode ser um dos maiores inimigos da durabilidade das estradas, tornando-se

imperativo que os sistemas de drenagem sejam bem planejados e mantidos (SALES, 2021).

Sendo assim, um aspecto frequentemente subestimado, mas fundamental na manutenção da integridade das rodovias, é a gestão do tráfego. A crescente demanda por mobilidade, combinada com o aumento do transporte de cargas pesadas, coloca pressões adicionais sobre a infraestrutura rodoviária. A superlotação e cargas que excedem os limites estabelecidos contribuem significativamente para a deterioração acelerada do pavimento. Além disso, o desvio inadequado do tráfego durante obras e reparos pode causar danos adicionais às áreas já comprometidas da via. Portanto, a implementação de sistemas de monitoramento de tráfego e a aplicação rigorosa das normas de peso e dimensão são essenciais para prolongar a vida útil das rodovias e evitar o surgimento precoce de patologias (LIMA, 2019).

A pesquisa e desenvolvimento de materiais rodoviários de alta performance têm sido um foco contínuo no setor de engenharia civil. A busca por pavimentos mais resilientes e duráveis levou a inovações significativas na composição dos asfaltos e nos agregados utilizados. Em particular, os aditivos poliméricos têm sido introduzidos em misturas asfálticas para melhorar sua resistência a deformações e rachaduras, principalmente em regiões de clima quente. Tais aditivos conferem uma maior elasticidade ao asfalto, permitindo que ele se adapte melhor às variações térmicas e às tensões mecânicas impostas pelo tráfego. Entretanto, para obter o máximo desses benefícios, é crucial que as especificações dos materiais sejam rigorosamente seguidas e que os profissionais envolvidos na aplicação estejam devidamente capacitados. Caso contrário, o uso inadequado desses materiais pode, ironicamente, acelerar a deterioração do pavimento (MEDINA, 2017).

Na esfera do planejamento e projeto rodoviário, os sistemas de informações geográficas (SIG) têm desempenhado um papel revolucionário. Essas ferramentas permitem uma avaliação detalhada do terreno, identificando zonas de risco e auxiliando no traçado mais adequado para as vias. Eles também possibilitam a simulação de diferentes cenários relacionados ao fluxo de tráfego, impactos ambientais e até mesmo à expectativa de vida útil do pavimento. Ao considerar todos esses fatores na fase de projeto, é possível otimizar a rota da rodovia, minimizando a incidência de patologias relacionadas a fatores geográficos e ambientais. Contudo, a eficácia destas ferramentas é altamente dependente da qualidade dos dados inseridos e da expertise dos profissionais envolvidos. Um SIG é tão preciso quanto os dados que alimentam, tornando imperativa a coleta e análise rigorosas das informações geográficas e geotécnicas (MOTTA, 2018).

Além dos desafios técnicos e tecnológicos, as rodovias brasileiras enfrentam barreiras administrativas e financeiras. O financiamento adequado para manutenção e reparo de rodovias é crucial. No entanto, frequentemente, a falta de recursos ou a má gestão desses fundos pode resultar em atrasos significativos na implementação de medidas corretivas, permitindo que patologias se agravem. A adoção de modelos de gestão mais eficientes, possivelmente por meio de parcerias público-privadas, poderia facilitar o fluxo contínuo de recursos e garantir uma manutenção rodoviária mais regular e oportuna. A governança eficaz, a transparência na alocação de fundos e a supervisão rigorosa das obras são componentes essenciais para garantir que as rodovias não apenas sejam construídas de acordo com os padrões, mas também mantenham sua integridade ao longo do tempo (RIBEIRO, 2020).

A malha rodoviária do Brasil, que desempenha um papel crucial no transporte de mercadorias e passageiros, enfrenta desafios significativos em termos de qualidade e manutenção. Nos últimos anos, tem-se observado que uma parte considerável das estradas brasileiras não atende aos padrões desejados de pavimentação. Apesar dos avanços

tecnológicos na produção de asfalto e na metodologia de pavimentação, muitas rodovias apresentam uma rápida deterioração devido à combinação de tráfego intenso, variações climáticas e, em alguns casos, uso de materiais de qualidade inferior. A manutenção inadequada e a falta de investimentos contínuos em reparos tornam muitos trechos de rodovias inseguros e aumentam os custos operacionais para os motoristas (QUEIROZ, 2019).

Além disso, a escolha dos materiais de asfaltamento é de suma importância para a durabilidade da pavimentação. Em muitos projetos rodoviários, a tentativa de reduzir custos inicialmente pode levar à seleção de materiais menos resistentes ou adequados para as condições específicas da região. Esse enfoque de economia no curto prazo resulta, frequentemente, em custos mais elevados no futuro devido à necessidade de manutenções frequentes e reparos extensos. O uso inadequado de ligantes asfálticos e agregados pode resultar em patologias como trincas, deformações e desprendimento do material, reduzindo significativamente a vida útil do pavimento (MOREIRA, 2017).

A complexidade geográfica do Brasil, com suas extensas áreas de climas tropicais e equatoriais, impõe desafios adicionais ao asfaltamento das rodovias. A alternância entre períodos de chuva intensa e seca, associada às altas temperaturas, pode acelerar a deterioração do asfalto se não forem tomadas as precauções adequadas durante o processo de pavimentação. A impermeabilização adequada e a drenagem são essenciais para evitar o acúmulo de água, que pode penetrar na estrutura da via e causar danos irreparáveis ao longo do tempo (FERRAZ, 2020).

Por outro lado, algumas iniciativas têm buscado soluções inovadoras para os desafios da pavimentação no Brasil. Técnicas modernas, como a incorporação de polímeros ao asfalto, têm como objetivo melhorar a resistência ao desgaste e às deformações. Além disso, a adoção de sistemas de gestão de qualidade e a capacitação contínua dos profissionais envolvidos no setor podem contribuir para a melhoria dos padrões de pavimentação. Entretanto, a efetivação dessas soluções requer investimentos significativos e uma visão de longo prazo por parte dos gestores públicos e privados (SILVA, 2018).

Além disso, é imperativo que a situação das rodovias brasileiras receba a devida atenção, não apenas por questões de segurança, mas também pelo impacto econômico. Rodovias em mau estado contribuem para o aumento dos custos de transporte, reduzem a eficiência logística e podem desencorajar investimentos em regiões afetadas. Uma abordagem estratégica, que considere tanto a qualidade dos materiais quanto a frequência e eficácia da manutenção, é fundamental para garantir uma rede rodoviária robusta e confiável que atenda às demandas do país (PORTO, 2021).

Dada a vastidão do território brasileiro, a conectividade rodoviária se torna essencial para a integração nacional. Uma infraestrutura de qualidade contribui não só para a movimentação de pessoas, mas também para o escoamento da produção agrícola e industrial, pilares da economia nacional. Contudo, ao analisar o cenário atual das rodovias brasileiras, percebe-se uma preocupante predominância de vias em estado regular ou ruim. Esse cenário é consequência de um histórico de investimentos insuficientes e, muitas vezes, ineficientes na manutenção e expansão da rede rodoviária. Muitos trechos enfrentam problemas de congestionamento, buracos e falta de sinalização adequada, tornando as viagens mais longas, custosas e perigosas (QUEIROZ, 2019).

Outro aspecto que tem influência direta na condição das rodovias é a fiscalização dos processos de pavimentação. Em diversas situações, os contratos de construção e manutenção são concedidos sem o devido rigor na avaliação técnica, o que pode levar à execução de obras sem a qualidade necessária. Além disso, a falta de um monitoramento eficaz durante e após a execução das obras pode resultar em pavimentos com baixa durabilidade.

de. Esse panorama, combinado com práticas inadequadas de gestão, muitas vezes resulta em obras superfaturadas que não entregam o retorno esperado em termos de qualidade e durabilidade (MOREIRA, 2017).

A eficácia do sistema rodoviário brasileiro não depende apenas da construção inicial de rodovias, mas também de uma manutenção contínua e eficaz. A deterioração do asfalto é inevitável devido a fatores como tráfego pesado, variações climáticas e tempo de uso. Contudo, com um diagnóstico preventivo eficiente, é possível identificar e corrigir problemas antes que se agravem. Este tipo de diagnóstico inclui uma série de testes e inspeções para avaliar a qualidade do asfalto, sua resistência e outros parâmetros essenciais. Quando realizado periodicamente, o diagnóstico preventivo pode estender significativamente a vida útil das rodovias, evitando reparos mais complexos e caros no futuro (BRITO, 2017).

No entanto, mesmo com um diagnóstico preventivo robusto, é comum que alguns trechos das rodovias apresentem falhas antes do esperado. Para essas situações, os processos de remendo se mostram vitais. Os remendos podem ser superficiais ou profundos, dependendo da gravidade do dano. O remendo superficial é aplicado para tratar rachaduras ou pequenas depressões, enquanto o remendo profundo é utilizado para danos mais extensos que comprometem a estrutura da rodovia. A escolha do método e do material utilizado no remendo é crucial para garantir que o reparo seja duradouro e que a segurança dos usuários da rodovia seja mantida (BONFIM, 2018).

Além dos tradicionais métodos de remendo, inovações tecnológicas têm surgido no campo da engenharia rodoviária. Materiais mais resistentes e flexíveis, que se adaptam às variações de temperatura e pressão do tráfego, estão sendo desenvolvidos. O uso de técnicas modernas, como a reciclagem in situ do pavimento, permite não apenas corrigir falhas, mas também melhorar a qualidade do asfalto existente. Essa abordagem, além de econômica, é sustentável, pois reduz a necessidade de novos materiais e minimiza o descarte de resíduos (PEREIRA, 2019).

Ainda que a tecnologia desempenhe um papel fundamental na manutenção das rodovias, o aspecto humano não pode ser negligenciado. A formação contínua dos profissionais encarregados da inspeção e reparo das estradas é essencial. Eles devem estar aptos a identificar problemas rapidamente, escolher o método de reparo mais adequado e executar o trabalho com precisão. Uma equipe bem treinada e equipada pode aumentar significativamente a eficácia dos processos de diagnóstico e remendo, otimizando os recursos e garantindo rodovias de alta qualidade (ALCÂNTARA, 2020).

Por fim, é importante ressaltar a necessidade de um planejamento estratégico eficaz para a manutenção das rodovias. Esse planejamento deve levar em consideração as particularidades de cada região, o volume de tráfego esperado e os recursos disponíveis. Uma gestão baseada em dados, com o uso de softwares especializados para monitorar as condições das rodovias e prever necessidades futuras, pode fazer a diferença. Com um planejamento adequado, é possível garantir não apenas a segurança, mas também a eficiência do sistema rodoviário, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país (ARAÚJO, 2021).

A integração entre o diagnóstico preventivo e os processos de remendo nas rodovias é crucial para otimizar os esforços de manutenção. Mesmo com os avanços na construção de rodovias, o desgaste natural e a exposição constante a fatores externos tornam as intervenções periódicas uma realidade inescapável. Nesse contexto, as análises laboratoriais surgem como uma ferramenta de extrema importância. Através de ensaios e estudos detalhados sobre os materiais usados na pavimentação, é possível prever sua durabilidade e resistência. Isso ajuda na tomada de decisões, seja na escolha de um novo material para

pavimentação ou na determinação do tipo de remendo mais adequado para uma falha específica. A longevidade de uma rodovia não depende apenas da qualidade do asfalto inicialmente aplicado, mas também da capacidade de identificar e corrigir rapidamente os problemas que surgem ao longo do tempo (BRITO, 2017).

Os equipamentos de diagnóstico avançado têm facilitado o trabalho dos profissionais da área. Muitos destes equipamentos utilizam tecnologias de sensoriamento remoto e georreferenciamento para identificar imperfeições no pavimento que podem não ser visíveis a olho nu. Além disso, a análise de dados coletados pode indicar tendências e padrões, permitindo que as equipes de manutenção antecipem problemas antes que se tornem graves. Assim, o investimento em tecnologia de ponta no diagnóstico preventivo não apenas aumenta a eficiência das intervenções, mas também resulta em economia a longo prazo, pois atuações preventivas são frequentemente menos custosas do que reparos extensos em situações de deterioração avançada (BONFIM, 2018).

O contexto econômico também desempenha um papel crucial na gestão das rodovias. Em cenários de restrições orçamentárias, a capacidade de priorizar intervenções e otimizar recursos torna-se ainda mais relevante. Nesse sentido, a modelagem econômica, que considera fatores como custo do material, mão de obra e impacto no tráfego, pode oferecer insights valiosos. A decisão entre realizar um remendo superficial agora ou optar por uma intervenção mais profunda e duradoura no futuro pode ser guiada por essas análises. O equilíbrio entre custo, benefício e segurança é fundamental para uma gestão eficaz das rodovias (PEREIRA, 2019).

Outra dimensão relevante é a sustentabilidade. Em um cenário global onde a preocupação com o meio ambiente é crescente, os métodos de manutenção de rodovias não estão isentos de escrutínio. A escolha de materiais ecologicamente corretos, processos de remendo que minimizem o desperdício e técnicas que reduzam a emissão de poluentes são aspectos cada vez mais considerados. Esta perspectiva sustentável não beneficia apenas o meio ambiente, mas também pode resultar em economias a longo prazo, à medida que os recursos naturais se tornam mais escassos e as regulamentações ambientais mais rigorosas (ALCÂNTARA, 2020).

De tal forma, a chave para uma gestão bem-sucedida das rodovias reside na capacidade de adaptar-se às mudanças. Seja através da incorporação de novas tecnologias, da adaptação a contextos econômicos variáveis ou da consideração das demandas ambientais, a manutenção das rodovias deve ser vista como um processo dinâmico e evolutivo. Com uma abordagem proativa, fundamentada em dados e com foco no futuro, é possível garantir que as rodovias brasileiras não apenas atendam às necessidades de transporte do presente, mas também estejam preparadas para os desafios do amanhã (ARAUJO, 2021).

3. CONCLUSÃO

Este trabalho despendeu um rigoroso empenho para elucidar as causas primordiais do surgimento de patologias nos pavimentos das rodovias brasileiras. Evidenciou-se de forma clara que a combinação de fatores como condições climáticas adversas, qualidade do material empregado, bem como a execução de processos construtivos sem a devida supervisão técnica, desempenham um papel preponderante nas patologias que surgem nas rodovias do país. A compreensão aprofundada desses fatores é vital para garantir a integridade e durabilidade dos pavimentos rodoviários.

Adicionalmente, a análise reforçou a necessidade de uma visão multifacetada ao tra-

tar patologias em pavimentos rodoviários. Esta perspectiva vai além da simples correção de falhas observáveis, englobando uma avaliação exaustiva e uma postura proativa de prevenção, assegurando que as rodovias se mantenham em estado adequado e resilientes ao longo de sua vida útil.

Um aspecto de destaque abordado foi a essencialidade de seguir as normas técnicas estabelecidas, que guiam todas as etapas da construção e manutenção rodoviária, desde a escolha de materiais até os procedimentos de reparo. Essas normativas proporcionam um arcabouço confiável para a implementação de práticas seguras e eficientes no ambiente rodoviário, uma área marcada por uma gama de desafios e complexidades.

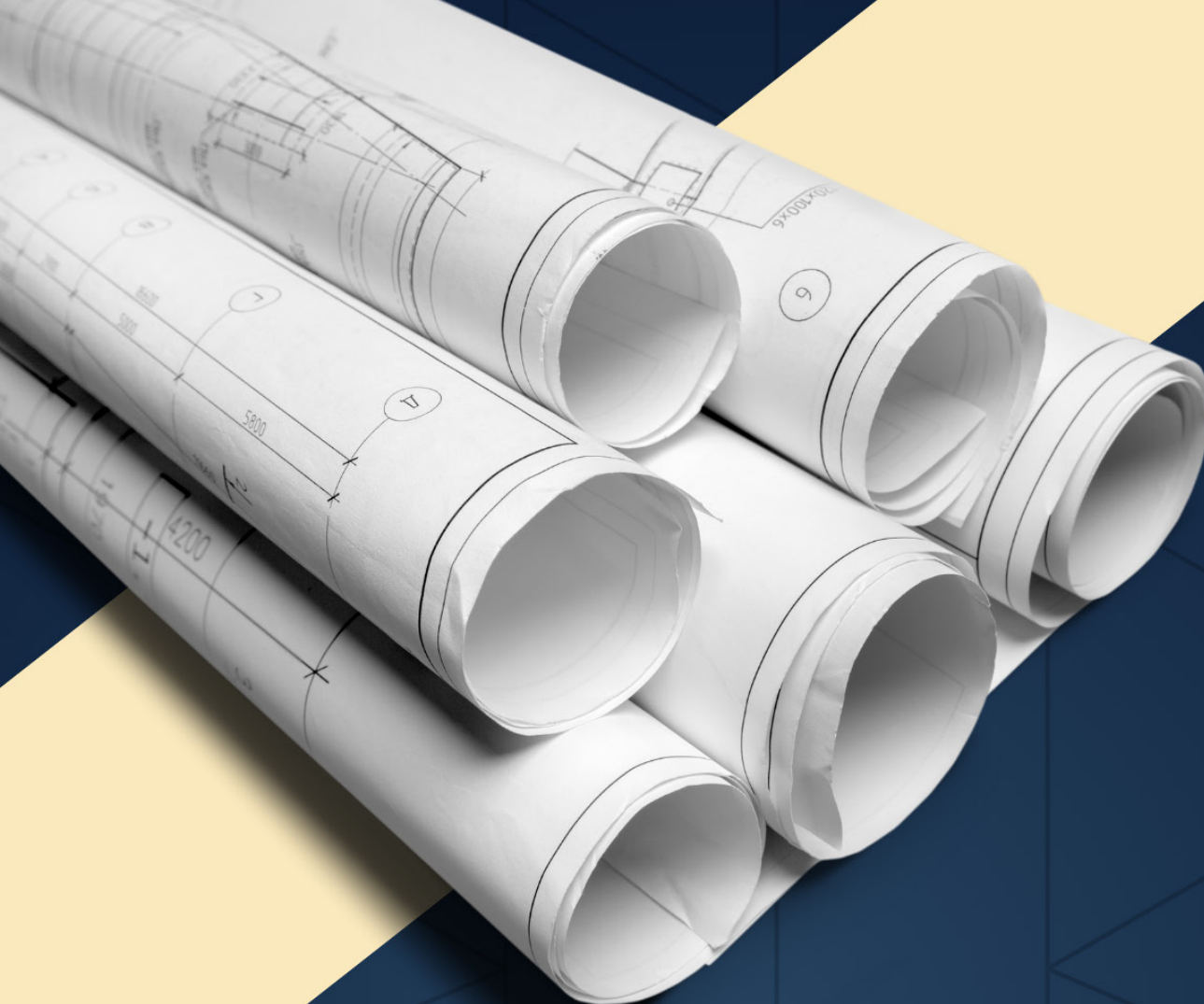
No entanto, sublinha-se que a contínua evolução e revisão dessas normas e diretrizes são imperativas para garantir que se mantenham pertinentes e adaptadas às novas tecnologias e alterações nas técnicas construtivas. A atuação persistente de entidades reguladoras e de pesquisa é indispensável para assegurar essa constante atualização.

Dessa forma, ressalta-se a importância de pesquisas e estudos subsequentes para aprofundar o entendimento acerca das patologias em pavimentos rodoviários e os métodos mais propícios para sua correção. Pesquisas adicionais podem prover informações valiosas para o aprimoramento contínuo das normas e práticas nesta área vital, visando uma infraestrutura rodoviária cada vez mais robusta, eficaz e alinhada com as demandas contemporâneas.

Referências

- ALCÂNTARA, João. **O papel humano na manutenção rodoviária: treinamento e precisão**. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Record, 2020.
- ARAUJO, Roberto. **Planejamento estratégico na manutenção de rodovias: uma abordagem baseada em dados**. São Paulo: Editora Intrínseca, 2021.
- BONFIM, Clara. **Métodos de remendo em rodovias: uma análise técnica**. Recife: Darkside Books, 2018.
- BRITO, Luana. **Desafios da engenharia rodoviária brasileira**. Salvador: Editora Aleph, 2017.
- FERRAZ, Antônio. **Inovações e técnicas em rodovias brasileiras**. Fortaleza: Suma, 2020.
- LIMA, Pedro. **A infraestrutura rodoviária no Brasil: problemas e soluções**. Curitiba: Globo Livros, 2019.
- MEDINA, Marcelo. **Pavimentação e seus desafios no contexto nacional**. Goiânia: Darkside Books, 2017.
- MOREIRA, Rafael. **A engenharia rodoviária e suas complexidades**. Florianópolis: Editora Rocco, 2017.
- MOTTA, Fabiano. **Rodovias e urbanização: estudos avançados**. Manaus: Suma, 2018.
- PEREIRA, Lucas. **Reciclagem e inovação em pavimentos rodoviários**. Porto Alegre: Companhia da Letras, 2019.
- PORTO, Renata. **As rodovias brasileiras e seus desafios**. Belo Horizonte: Companhia da Letras, 2021.
- QUEIROZ, Bruna. **As rodovias brasileiras e seu impacto socioeconômico**. Natal: Globo Livros, 2019.
- RIBEIRO, Livia. **Avanços e retrocessos na engenharia rodoviária brasileira**. Brasília: Darkside Books, 2020.
- SALES, Guilherme. **Rodovias brasileiras: diagnóstico e soluções**. João Pessoa: Editora Intrínseca, 2021.
- SILVA, Gabriel. **Os pavimentos das rodovias brasileiras e sua durabilidade**. São Luís: Aleph, 2018.





34

SISTEMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES CONTRA QUEDA EM OBRAS VERTICAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**ACCIDENT PREVENTION SYSTEM AGAINST FALLS IN
VERTICAL CONSTRUCTION WORKS**

**Leonardo Soares Dourado
Isabelly Marques**

Resumo

O presente trabalho traz uma abordagem sobre a prevenção de acidentes contra queda em obras verticais na construção civil, como forma de levantar discussões sobre o assunto, tendo em vista que, a construção civil representa um dos segmentos industriais que mais expõe seus profissionais à uma série de situações, atividades e fatores de risco potenciais para a incidência de acidentes no local de trabalho. Nesse contexto, para atingir o objetivo proposto, o qual consistiu em compreender as principais contribuições do sistema de prevenção de acidentes contra queda em obras verticais de modo a favorecer a segurança dos trabalhadores da Construção Civil, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, coletadas em livros, artigos e periódicos pertinente ao assunto. Diante da pesquisa realizada constatou-se que a implementação de sistemas de prevenção de acidentes, sobretudo em obras verticais, deve ser uma abordagem integrada e holística, uma vez que a segurança no local de trabalho não é responsabilidade apenas dos trabalhadores, mas de todos os envolvidos na indústria da construção, incluindo empregadores, engenheiros, reguladores e a sociedade em geral, sendo este, um passo importante em direção a um ambiente de trabalho mais seguro na construção civil.

Palavras-chave: Sistema de Prevenção de Acidentes, Construção Civil, Obras verticais.

Abstract

This paper presents an approach to accident prevention against falls in vertical construction works in the civil construction sector, aiming to generate discussions on the subject. The construction industry is one of the industrial sectors that exposes its professionals to a variety of situations, activities, and potential risk factors for accidents at the workplace. In order to achieve the proposed objective, which was to understand the main contributions of the accident prevention system against falls in vertical construction works to enhance the safety of construction workers, a bibliographic research was conducted. Relevant information was gathered from books, articles, and journals related to the topic. Based on the conducted research, it was found that the implementation of accident prevention systems, especially in vertical works, should be an integrated and holistic approach. This is because workplace safety is not solely the responsibility of the workers; it involves everyone in the construction industry, including employers, engineers, regulators, and society at large. This integrated approach is an essential step towards a safer working environment in the construction sector.

Keywords: Accident Prevention System, Civil Construction, Vertical Works.



1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil é um dos segmentos industriais que mais expõe seus profissionais à uma série de situações, atividades e fatores de risco, potenciais para a incidência de acidentes no local de trabalho. Em face de suas características próprias, geradoras de riscos múltiplos, aliada à capacidade de grande absorção de mão-de-obra desprovida de maiores qualificações profissionais, esse mercado tem se destacado como um dos ramos produtivos que apresenta elevados índices de acidentes de trabalho, dentre os quais se destaca o trabalho em altura, que por sua peculiaridade demanda de uma maior atenção, devido as graves consequências que o risco pode causar ao trabalhador e consequentemente à organização (SCHRAMM FILHO, 2018).

Cumprе ressaltar que os acidentes de trabalho resultam em grandes custos para a organização, para o trabalhador e para a sociedade. No que tange aos custos financeiros, estes geralmente são significativamente altos pelas perdas materiais, perda de produção, parada de serviço, dentre outros fatores dificilmente calculáveis devido à singularidade de cada situação. Já quanto aos custos humanos, estes são considerados incalculáveis, uma vez que, a vida humana e a invalidez permanente causado por um acidente de trabalho não podem ser avaliadas financeiramente (SENA, 2019).

Portanto, partindo do princípio que a segurança do trabalho precisa estar associada ao dia-a-dia da empresa, em conexão ao processo de produção, considera-se que esta segurança deve estar introduzida no sistema de gestão dessa organização. Dessa forma, todo o processo interno decorrerá em sintonia entre as partes com vistas a atingir os objetivos da organização. A forma de atingir estes objetivos passa pelo estabelecimento de medidas de prevenção de acidentes e doenças profissionais, visando garantir que o trabalho seja realizado em condições de segurança, higiene e ambiente adequado aos trabalhadores (SOUZA, 2017).

Frente a essa realidade, acredita-se que é preciso conhecer a fundo os verdadeiros motivos que levam a ocorrência de um número significativo de acidentes envolvendo obras verticais na construção civil, visando a elaboração de medidas preventivas e educativas bem como melhoria nas condições de trabalho. Com isso, de que forma o sistema de prevenção de acidentes contribui para prevenção e/ou redução de quedas em obras verticais na Construção Civil?

Desse modo, este trabalho se justifica pela relevância que o tema tem para a sociedade, tendo em vista que, as informações aqui contidas tendem a auxiliar os profissionais e acadêmicos da área de Engenharia civil, fornecendo subsídios para proporcioná-los oportunidades de desenvolvimento individual e profissional, além de contribuir para maiores esclarecimentos referente a prevenção de acidentes contra queda em obras verticais na Construção Civil. Além disso, surge como uma oportunidade de pesquisa, bem como de novas descobertas no âmbito social, acadêmico e profissional, contribuindo assim para a incorporação de medidas de controle tanto para os riscos de acidentes em obras verticais, quanto nos demais segmentos.

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em compreender as principais contribuições do sistema de prevenção de acidentes contra queda em obras verticais de modo a favorecer a segurança dos trabalhadores da Construção Civil. Para tanto, alguns objetivos específicos foram traçados, tais como; tecer considerações sobre acidentes do trabalho em obras verticais na construção civil; discorrer sobre o trabalho em altura em suas particularidades com base na Norma Regulamentadora N° 35; abordar sobre as medidas adotadas

na prevenção de acidente em obras verticais com base nas normas regulamentadoras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente estudo se propôs a realizar uma revisão bibliográfica com o objetivo de familiarizar o problema e aprimorar ideias. Desta forma, como base para este estudo sistematizado, foram utilizados materiais referentes ao assunto, encontrados em livros, artigos científicos e periódicos, publicados nos últimos 10 anos, disponíveis nas bases de dados: “periódicos CAPES”, “SciELO - *Scientific Electronic Library Online*” e “Google Acadêmico”, a partir das palavras chaves: Sistema de Prevenção de Acidentes, Construção Civil, Obras Verticais.

A abordagem utilizada nesta pesquisa foi de cunho qualitativo e descritivo permitindo a compreender os benefícios da adoção de um sistema de prevenção de acidentes contra queda em obras verticais na Construção Civil, com base em teorias que abordam claramente sobre a temática suscitada, cujos principais autores foram: Diniz (2017), Souza (2017) e, Grohmann (2014).

O problema foi analisado através de pesquisa qualitativa, à luz de Prodanov e Freitas (2013), que discute sobre método de coleta de dados, cujo qual não se preocupa com representatividade quantitativa ou matemática e, que tem como objetivo principal apresentar respostas para o problema mediante análise de conteúdo.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Acidentes do trabalho em obras verticais na construção civil

A construção civil é uma atividade que apresenta um alto índice de acidentes de trabalho, especialmente em obras verticais. O trabalho em altura é uma das atividades mais arriscadas em uma obra, exigindo atenção especial para a segurança dos trabalhadores. Diversos estudos apontam para a necessidade de implementar medidas de segurança para prevenir acidentes de trabalho em obras verticais na construção civil (OLIVEIRA, 2018).

Grohmann (2014), em seu estudo, destacou que uma das principais causas de acidentes de trabalho em obras verticais é a falta de treinamento e capacitação dos trabalhadores. É necessário que os trabalhadores recebam treinamento adequado para o desempenho de suas atividades em altura, incluindo o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletiva (EPCs). Além disso, é fundamental que os trabalhadores estejam conscientes dos riscos envolvidos no trabalho em altura e saibam como agir em situações de emergência.

Outro fator que contribui para os acidentes de trabalho em obras verticais conforme destacado por Cairo Junior (2013), é a falta de manutenção e inspeção dos equipamentos de proteção. É necessário que os equipamentos de segurança estejam em perfeito estado de funcionamento e que sejam inspecionados regularmente por profissionais qualificados. Além disso, é importante que os trabalhadores saibam como utilizar corretamente os equipamentos de proteção.

A escolha dos materiais utilizados na obra também pode influenciar na segurança dos trabalhadores em obras verticais. Materiais de baixa qualidade ou inadequados para a

atividade em questão podem aumentar os riscos de acidentes (CAIRO JUNIOR, 2013). Por isso, é importante que a escolha dos materiais seja feita levando em consideração a segurança dos trabalhadores.

A gestão da segurança é outro fator importante para a prevenção de acidentes de trabalho em obras verticais. É fundamental que haja um planejamento adequado da obra, considerando as questões de segurança. Além disso, é importante que a empresa contratante adote medidas para garantir a segurança dos trabalhadores, como a contratação de profissionais qualificados para a supervisão das atividades em altura e a implementação de medidas de segurança, como a instalação de redes de proteção e sistemas de ancoragem (CARVALHO, 2017).

A Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), prevista na legislação previdenciária, sempre deve ser emitida quando houver acidente, independentemente de sua natureza. Caso a empresa não comunique, o próprio acidentado, seus dependentes, entidade sindical, médico que o assistiu ou qualquer autoridade pública pode fazê-la. Em qualquer um desses casos a empresa não será eximida de suas responsabilidades (CARVALHO, 2017).

A legislação também é um fator importante na prevenção de acidentes de trabalho em obras verticais na construção civil. A Norma Regulamentadora 35 (NR-35), por exemplo, estabelece as medidas de proteção para o trabalho em altura, incluindo o treinamento e capacitação dos trabalhadores e a utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva. É fundamental que as empresas estejam em conformidade com a legislação e que os trabalhadores tenham conhecimento dos seus direitos e deveres em relação à segurança no trabalho (BRASIL, 2012).

Dados da previdência social demonstram que durante os anos de 2004 a 2008 o número de acidentes de trabalho ocorridos no Brasil foi de 2.884.798. Estima-se que tais eventos possam custar mais de 4% do Produto Interno Bruto (PIB) por ano (MTE, 2011). No caso do subsetor da construção de edifícios entre os anos de 2006 e 2008 o total de acidentes registrados no Brasil foi de 42.699; na região Nordeste a quantidade foi de 7.023 e em Alagoas o total de acidentes nesse mesmo período totalizou 391 acidentes (MTE, 2011).

Nesse contexto, a prevenção de acidentes de trabalho em obras verticais requer a adoção de diversas medidas de segurança, como o treinamento dos trabalhadores, manutenção e inspeção dos equipamentos de proteção. A implementação dessas medidas pode contribuir significativamente para reduzir os índices de acidentes de trabalho em obras na construção civil, protegendo a vida e a integridade física dos trabalhadores (CARVALHO, 2017).

Acidentes podem acontecer devido a diversas causas, que podem ser agrupadas em duas categorias principais, a saber: atos inseguros e condições inseguras. Os atos inseguros são ações, conscientes ou não, realizadas por trabalhadores ou empresas, que têm o potencial de causar danos aos trabalhadores, colegas de trabalho, máquinas, materiais e equipamentos. Esses atos estão diretamente relacionados a erros humanos e, frequentemente, ocorrem devido a imprudência, falta de habilidade ou negligência, como, por exemplo, falta de treinamento, excesso de carga de trabalho, pressa, teimosia, curiosidade, improvisação e excesso de confiança (RUPPENTHAL, 2013).

Por outro lado, as condições inseguras referem-se a problemas ou deficiências encontradas no ambiente de trabalho que representam riscos para a saúde e integridade física dos trabalhadores, bem como para os ativos da empresa. A falta de limpeza e organização no ambiente de trabalho, assim como a ausência de dispositivos de segurança em máquinas e equipamentos, ou a utilização de soluções improvisadas para a segurança, são fatores que criam condições inseguras (RUPPENTHAL, 2013).

2.2.2 Trabalho em altura – NR 35

O trabalho em altura é uma atividade comum em diversos setores industriais, da construção civil à manutenção de equipamentos. No entanto, devido aos riscos envolvidos, é fundamental adotar medidas de segurança adequadas para proteger os trabalhadores. Nesse sentido, a Norma Regulamentadora N° 35 (NR 35), publicada em 2012, estabelece os requisitos mínimos para a realização desse tipo de trabalho, garantindo a segurança e saúde dos profissionais envolvidos (BRASIL, 2012).

A NR 35 foi introduzida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, no âmbito das Normas Regulamentadoras (NRs) brasileiras. Ela tem como objetivo principal estabelecer os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, a fim de prevenir acidentes e garantir a integridade física dos trabalhadores, conforme consta;

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade (BRASIL, 2012, p. 41).

A norma se aplica a todas as atividades realizadas acima de dois metros de altura, onde haja risco de queda que possa causar lesões graves ou fatais. Seu escopo abrange a análise de risco, o planejamento, a execução e a fiscalização das atividades realizadas nesses locais (SOUZA, 2017). Além disso, também define as responsabilidades dos empregadores e dos trabalhadores envolvidos nessas atividades.

Um dos aspectos fundamentais da NR 35 é a necessidade de elaboração do Plano de Trabalho em Altura (VENDRAME, 2012). Esse plano deve ser desenvolvido antes do início das atividades e contém informações sobre as medidas de proteção adotadas, os procedimentos operacionais, os equipamentos utilizados, a capacitação dos trabalhadores, entre outros elementos relevantes para a segurança.

Segundo Carvalho (2017), a norma também estabelece a obrigatoriedade da análise de risco antes da realização do trabalho em altura. Essa análise tem o objetivo de identificar os possíveis perigos e determinar as medidas de controle adequadas para mitigar os riscos. É fundamental que a análise de risco seja feita de forma criteriosa e que seus resultados sejam considerados na elaboração do plano de trabalho.

A NR 35 define a necessidade de capacitação dos trabalhadores envolvidos no trabalho em altura. Os profissionais devem receber treinamento teórico e prático, abordando os aspectos específicos desse tipo de atividade, como o uso correto dos equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletiva (EPCs), técnicas de acesso e posicionamento, procedimentos de emergência, entre outros temas relevantes (BRASIL, 2012).

Outro ponto importante da norma é a obrigatoriedade do uso de EPIs adequados para o trabalho em altura. Esses equipamentos devem ser certificados, inspecionados periodicamente e fornecidos gratuitamente pelos empregadores. Dentre os EPIs mais comuns para essa atividade, destacam-se os cintos de segurança, capacetes, cordas, mosquetões e trava-quezas (FUNDACENTRO, 2011).

A NR 35 também ressalta a necessidade de supervisão adequada durante a realização do trabalho em altura. Os empregadores devem designar um profissional qualificado e experiente para exercer a função de supervisor, responsável por garantir o cumprimento das medidas de segurança, orientar os trabalhadores e intervir em situações de risco iminente (BRASIL, 2012).



Além disso, a norma estabelece que as atividades em altura devem ser planejadas, organizadas e executadas de forma a garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos e de terceiros que possam ser afetados. Isso inclui a adoção de sistemas de ancoragem adequados, a manutenção preventiva dos equipamentos utilizados e a realização de inspeções periódicas nas estruturas onde o trabalho será realizado (VENDRAME, 2012).

A NR 35 também aborda especificamente o trabalho em altura em andaimes (BRASIL, 2012). Ela estabelece que os andaimes devem ser dimensionados, projetados, montados, desmontados e mantidos de acordo com as normas técnicas vigentes. Além disso, os trabalhadores devem receber treinamento específico para o uso seguro dos andaimes, incluindo as medidas de proteção contra quedas.

No que diz respeito aos trabalhos em telhados, a norma define que é obrigatória a instalação de sistema de proteção coletiva, como guarda-corpos e telas de proteção, sempre que houver risco de queda. Caso não seja possível a instalação desses sistemas, devem ser adotadas medidas alternativas, como o uso de cinturões de segurança tipo paraquedista (BRASIL, 2012).

De acordo com Cairo Junior (2013), no que compete a realização de resgate em altura, os empregadores devem possuir um plano de emergência para essas situações, que inclua procedimentos específicos de resgate e equipamentos adequados para o resgate seguro dos trabalhadores. Além disso, os profissionais envolvidos no resgate devem ser capacitados e treinados para realizar essa atividade de forma eficiente e segura.

Nesse contexto, compreende-se que a Norma Regulamentadora N° 35 desempenha um papel fundamental na proteção dos trabalhadores envolvidos no trabalho em altura. Ela estabelece requisitos mínimos e medidas de segurança que visam prevenir acidentes e garantir a integridade física dos profissionais. Através da elaboração do Plano de Trabalho em Altura, da análise de risco, da capacitação dos trabalhadores e da utilização adequada de equipamentos de proteção, é possível reduzir significativamente os riscos relacionados a essa atividade (CAIRO JUNIOR, 2013).

É importante ressaltar que a NR 35 deve ser seguida rigorosamente por todas as empresas e profissionais envolvidos no trabalho em altura (SOUZA, 2017). O não cumprimento das normas estabelecidas pode resultar em multas, sanções e, principalmente, colocar em risco a vida e a saúde dos trabalhadores. Portanto, é fundamental que empregadores e trabalhadores estejam cientes da importância de adotar práticas seguras e seguir as diretrizes estabelecidas pela norma.

2.2.3 Medidas adotadas na prevenção de acidente em obras verticais com base nas normas regulamentadoras

As obras verticais na construção civil são conhecidas por apresentarem grandes desafios e riscos aos trabalhadores haja vista que os trabalhos em altura são uma das principais fontes de acidentes de trabalho no Brasil, de acordo com dados do Ministério da Economia. Para garantir a segurança dos trabalhadores, as normas regulamentadoras brasileiras estabelecem medidas preventivas que devem ser adotadas pelas empresas. A seguir, serão apresentadas as principais medidas adotadas na prevenção de acidentes de trabalho em obras verticais com base nas normas regulamentadoras brasileiras (SOUZA, 2017).

A primeira medida preventiva a ser destacada é a capacitação e treinamento dos trabalhadores. A NR-35 estabelece que todos os trabalhadores que atuam em altura devem receber treinamento específico para essa atividade. O treinamento deve ser ministrado

por profissional qualificado e deve contemplar temas como a identificação de riscos, a utilização de equipamentos de proteção, a forma correta de trabalho em altura, além de abordar questões de primeiros socorros e resgate (BRASIL, 2012).

Outra medida preventiva importante é a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs). A NR-6 estabelece que os empregadores devem fornecer aos trabalhadores os EPIs adequados ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento. No caso do trabalho em altura, os EPIs mais comuns são os cintos de segurança tipo paraquedista, os capacetes com jugular, os calçados com solado antiderrapante, as luvas de proteção, os óculos de proteção e os protetores auriculares (PELLOSO; ZANDONADI, 2012). É fundamental que os trabalhadores utilizem esses equipamentos de forma correta e que os mesmos sejam inspecionados regularmente.

Além dos EPIs, os equipamentos de proteção coletiva (EPCs) também são importantes na prevenção de acidentes de trabalho em obras verticais. Os EPCs são equipamentos que protegem um grupo de trabalhadores e que devem ser utilizados em situações onde não é possível garantir a segurança apenas com a utilização de EPIs. Exemplos de EPCs utilizados em obras verticais são os guarda-corpos, as redes de proteção, os andaimes, as plataformas elevatórias e as escadas fixas (PELLOSO; ZANDONADI, 2012).

A NR-18 estabelece as condições e requisitos mínimos para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores na construção civil. No que se refere às obras verticais, a norma estabelece que os andaimes devem ser dimensionados e construídos de forma a suportar as cargas previstas, devem possuir guarda-corpos, rodapé, escada de acesso, plataforma de trabalho e estabilidade suficiente para evitar o tombamento. Além disso, a NR-18 determina que a montagem, desmontagem e manutenção dos andaimes devem ser realizadas por profissional qualificado e que a supervisão da utilização dos mesmos deve ser realizada por responsável técnico habilitado (BRASIL, 1978).

De maneira geral, a NR-35 estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura. Esta norma estabelece que o trabalho em altura só pode ser realizado quando todas as medidas de proteção forem adotadas e que a análise de risco deve ser realizada antes do início das atividades (SOUZA, 2017). Além disso, determina que a utilização de escadas é permitida apenas em situações específicas e que as mesmas devem estar apoiadas em superfícies sólidas e niveladas, além de possuir dispositivos de segurança como ganchos, correntes ou outros meios de fixação.

Outra medida importante é a realização de inspeções e manutenções periódicas em equipamentos e estruturas utilizadas em obras verticais. A NR-18 estabelece que os andaimes devem ser inspecionados antes do início das atividades e a cada mudança de sua posição. Além disso, a norma determina que a manutenção preventiva deve ser realizada regularmente e que a utilização de equipamentos danificados ou com defeitos é proibida (CARVALHO, 2017).

Compreende-se, portanto, que, a prevenção de acidentes de trabalho em obras verticais na construção civil depende da adoção de diversas medidas preventivas estabelecidas pelas normas regulamentadoras. Logo, é fundamental que as empresas responsáveis pelas obras verticais sigam rigorosamente as normas regulamentadoras para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos nessas atividades (CARVALHO, 2017).

Segundo Silva (2014), a chave para alcançar um ambiente de trabalho saudável e, conseqüentemente, contribuir significativamente para sua competitividade é a prevenção. Uma maneira de promover essa prevenção é realizar avaliações de risco em intervalos regulares, começando pela identificação de perigos, com o objetivo de adotar medidas que eliminem ou corrijam os perigos enfrentados pelos trabalhadores. Portanto, a avaliação de

riscos é um processo dinâmico que permite às organizações implementar uma abordagem pró-ativa na gestão dos riscos no local de trabalho.

A construção civil conforme fora destacado anteriormente é um dos campos de maior concentração de mão-de-obra, o que demanda o emprego de materiais e medidas que norteiem as atividades. Denominado como um campo de produção significativa, a junção de trabalho, aliado ao uso de mecanismos e adoção de políticas preventivas contribuem para o crescimento das organizações (TAKAHASHI *et al.*, 2012).

Importa destacar que a inclusão de instrumentos auxiliares as atividades direcionadas ao trabalho em altura e a construção civil obedecem à legislação que dispõe das normas relativas à sua utilização, que não se aplicam apenas ao crescimento das empresas, sendo essenciais em evitar-se acidentes (TAKAHASHI *et al.*, 2012).

3. CONCLUSÃO

Ao fim desta pesquisa, pode-se constatar que este estudo abordou um problema crítico na construção civil, que é a segurança dos trabalhadores em obras verticais, visto que, acidentes de queda representam uma das principais causas de lesões e mortes na indústria da construção, e a prevenção desses acidentes é de extrema importância.

Os resultados obtidos com este estudo indicam que a implementação do sistema de prevenção de acidentes pode se traduzir em uma significativa diminuição na ocorrência de acidentes de queda em obras verticais, o que representa um passo importante em direção a um ambiente de trabalho mais seguro na construção civil. Além disso, a pesquisa destacou que o investimento em sistemas de prevenção de acidentes é não apenas uma responsabilidade moral, mas também uma escolha economicamente viável para as empresas do setor.

Nesse contexto, as normas regulamentadoras, como a NR-35, desempenham um papel fundamental na proteção dos trabalhadores, pois estabelecem requisitos mínimos e medidas de segurança que devem ser rigorosamente seguidas por todas as empresas e profissionais envolvidos no trabalho em altura. Esta norma reforça a necessidade de treinamento, a utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva, a análise de risco, a supervisão adequada e a necessidade de planos de resgate em altura.

A pesquisa revelou ainda que a NR-18 também estabelece requisitos importantes, principalmente no que diz respeito aos andaimes, os quais devem ser dimensionados e construídos de forma a suportar as cargas previstas, e a montagem, desmontagem e manutenção devem ser realizadas por profissionais qualificados.

Além disso, a capacitação e treinamento dos trabalhadores foram medidas preventivas também destacadas, visto que a NR-35 exige que todos os trabalhadores que atuam em altura passem por treinamento específico, que abrange desde a identificação de riscos até procedimentos de resgate.

Outro aspecto destacado refere-se a utilização correta de equipamentos de EPIs e EPCs os quais desempenham um papel importante na prevenção de acidentes, especialmente em situações onde os EPIs não são suficientes para garantir a segurança, logo, a utilização de guarda-corpos, redes de proteção, andaimes e plataformas elevatórias são exemplos de EPCs que podem proteger um grupo de trabalhadores.

Compreende-se, portanto, que as informações apresentadas no decorrer deste estudo podem servir como base para o desenvolvimento de políticas mais eficazes de segurança

no trabalho. Isso não apenas protegerá os trabalhadores, mas também evitará custos associados a acidentes, como licenças médicas, processos judiciais e perdas de produtividade.

No entanto, é importante reconhecer que a implementação de sistemas de prevenção de acidentes, sobretudo em obras verticais, deve ser uma abordagem integrada e holística, uma vez que a segurança no local de trabalho não é responsabilidade apenas dos trabalhadores, mas de todos os envolvidos na indústria da construção, incluindo empregadores, engenheiros, reguladores e a sociedade em geral. Logo, a conscientização, a colaboração e os treinamentos contínuos são fundamentais para criar um ambiente de trabalho mais seguro.

Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Legislação/Normas Regulamentadoras. **Norma Regulamentadora 35:** Trabalho em Altura. 2012. Disponível em: <http://www.mtps.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em: 04 mai. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora** Nº 18: Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 11 mai. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **MTE.** Missão institucional do Ministério do Trabalho e Emprego. 2011. Disponível em <<http://www.mte.gov.br>> Acesso em: 14 abr. 2023.

CAIRO JUNIOR, Jose. **O acidente do trabalho e a responsabilidade civil do empregador.** 6 ed. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/4597> Acesso em: 18 mai. 2023.

CALDEIRAS, Katiussa Venessa Loch; PIMENTA, Clóris Patricia. Principais causas de acidentes de trabalho ocorridos na construção civil em estudo realizado em obras de maningá. **Revista científica SMG**, v2, n2, 2011. Disponível em: <http://www.alvoradamaringa.com.br/revista/index.php/smg/article/view/35/36/>. Acesso em: 9 ago. 2023.

CARVALHO, Davyson. **Acidentes na Construção Civil:** Uma infeliz realidade no setor. **Sienge**, 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/acidentes-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 06 mai. 2023.

FUNDACENTRO. **Engenharia de Segurança na Indústria da Construção Civil.** 2ª. ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 2011. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/XJHL8UNSYH426Y8EURHIS4H8F6XKJ6.pdf. Acesso em: 9 ago. 2023.

GROHMANN, Márcia zampieri. **Segurança no trabalho como fator determinante da qualidade e produtividade:** nível de conscientização dos empresários e seus reflexos: rio de janeiro; Zahar, 2014. Disponível em: [http://file:///E:/USU%C3%81RIO/Downloads/epis-construcao%20\(1\).pdf](http://file:///E:/USU%C3%81RIO/Downloads/epis-construcao%20(1).pdf) Acesso em: 11 ago. 2023.

OLIVEIRA, Fernanda Aparecida de. **Metodologia PDCA para redução de acidentes de trabalho:** um estudo de caso de um fornecedor de bebidas para redes de supermercados. 2018. Fl 35. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba – PR, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/18358/2/CT_CEEST_XXXVI_2018_17.pdf Acesso em: 18 abr. 2023.

PELLOSO, Eliza; ZANDONADI, Francianne. **Causas da resistência ao uso de equipamentos de proteção individual EPI.** Cuiabá: Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artigos/art_epi_cv.pdf. Acesso em: 27 abr. 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf> Acesso em: 27 abr. 2023.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Gerenciamento de riscos.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em <https://www.ufsm.br>. Acesso em: 23 ago. 2023.



SOUZA, Adeilton de Oliveira. **Trabalho em altura na construção civil e as medidas preventivas de segurança** - 2017. Monografia (graduação) 76 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Graduação. Natal, RN, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/40638> Acesso em: 27 abr. 2023.

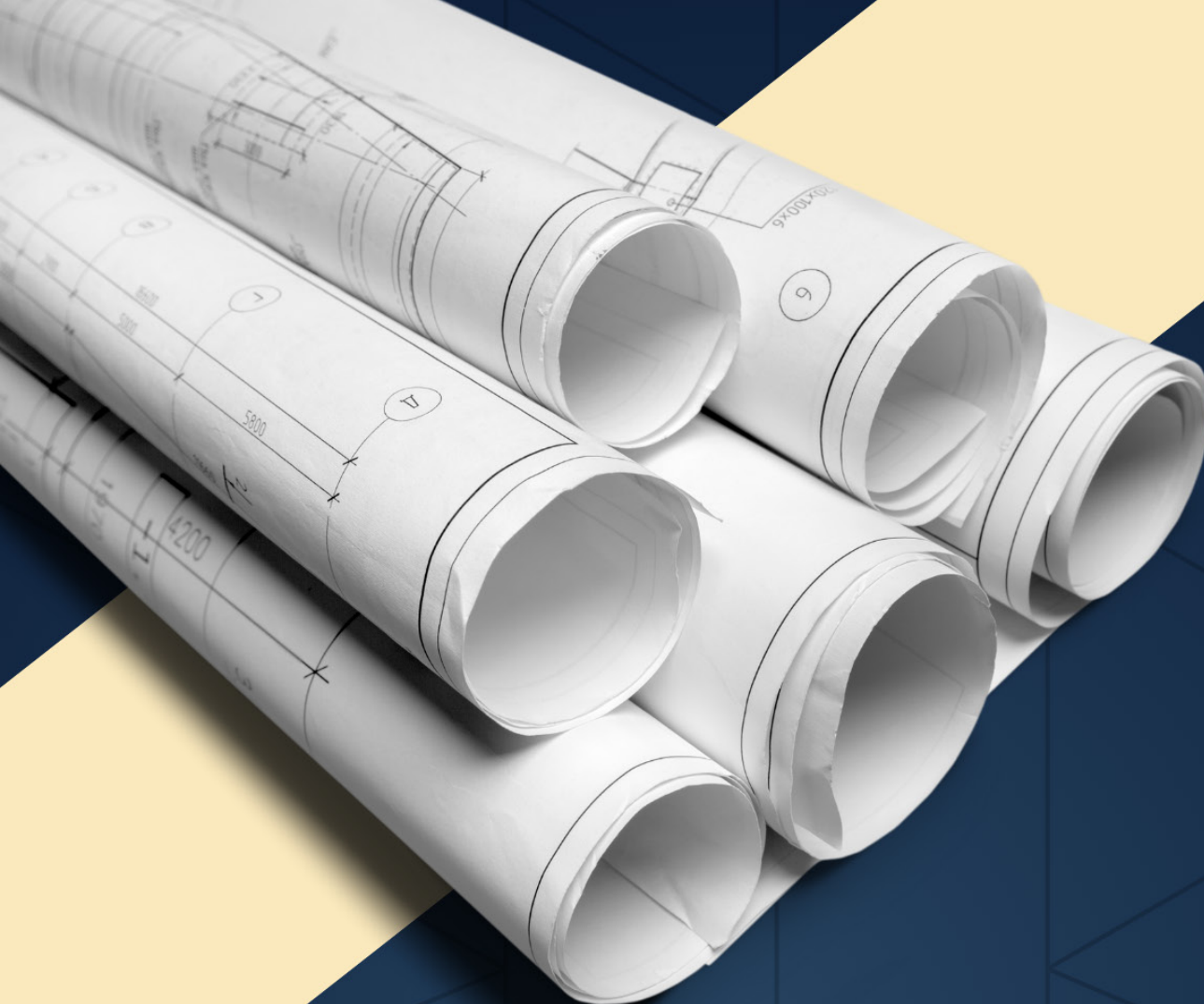
SILVA, Rui. **Identificação de Perigos a Avaliação de Riscos**. Mestrado em Segurança e Higiene no Trabalho – Instituto Politécnico de Setúbal, 2014. Disponível em <http://comum.rcaap.pt>. Acesso em: 27 jul. 2023.

SENA, Cassia Geremias de Oliveira. **A Importância da Segurança do Trabalho na Construção Civil** [Goiás] 2019 xi, 18P, 297 mm (Unievangélica, Bacharel, Engenharia Civil, 2019). Disponível em <http://repositorio.aee.edu.br>. Acesso em 18 ago. 2023.

SCHRAMM FILHO, Rubens Murilo. **Medidas preventivas para o trabalho em altura na construção civil**. Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis/SC 2018. Disponível em <https://repositorio.animaeducacao.com.br>. Acesso em 27 jul. 2023.

TAKAHASHI, et al. **Precarização do trabalho e risco de acidentes na construção civil**: um estudo com base na Análise Coletiva do Trabalho (ACT). Saúde soc. Parte 1, v.21 n.4 São Paulo, Oct. /Dec. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010412902012000400015> Acesso em: 18 ago. 2023.

VENDRAME, Antônio Carlos. **EPI: Não basta fornecer, tem de cumprir a legislação**. 2012. Disponível em: <http://www.viaseg.com.br/artigos/epi.htm> Acesso em: 24 abr. 2023.



35

PATOLOGIAS DO CONCRETO: IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS E REPAROS

**CONCRETE PATHOLOGIES: IDENTIFICATION OF CAUSES
AND REPAIRS**

Josias de Sousa Ataide

Resumo

O termo “patologia” tem origem na medicina e deriva do grego “pathos”, que significa doença, e “logia”, que significa estudo. No contexto da construção civil, a patologia refere-se ao estudo das ocorrências de problemas e falhas nas construções, exigindo um diagnóstico para o tratamento das anomalias identificadas. As patologias das estruturas de concreto são cada vez mais prevalentes e visíveis nas edificações devido à ocorrência e combinação de diversos fatores. Esses fatores incluem o aspecto fundamental de qualquer construção: a execução do projeto estrutural, a escassez de mão de obra, a má qualidade dos materiais e até a falta de manutenção preventiva ao longo dos anos devido ao envelhecimento natural. Nesta tese, são abordados os principais tipos de patologias estruturais, tais como trincas, fissuras, porosidade do concreto, carbonatação, deformações estruturais, ocorrências álcali-agregadas, corrosão da armadura. Além disso, são discutidas as diferentes formas de recuperação e tratamento para essas patologias. O objetivo geral buscou compreender as principais patologias mais recorrentes em obras civis em concreto. A respeito da metodologia do trabalho foi utilizada uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como LILACS, SCIELO e Google Acadêmico. Conclui-se que este artigo teve como intuito identificar as causas e os reparos para sanar os problemas ligados as patologias do concreto.

Palavras-chave: Concreto. Patologia. Identificação. Reparos. Construção.

Abstract

The term “pathology” has its origins in medicine and derives from the Greek “pathos”, which means disease, and “logia”, which means study. In the context of civil construction, pathology refers to the study of the occurrence of problems and failures in construction, requiring a diagnosis to treat the identified anomalies. Pathologies of concrete structures are increasingly prevalent and visible in buildings due to the occurrence and combination of several factors. These factors include the fundamental aspect of any construction: the execution of the structural project, the shortage of labor, the poor quality of materials and even the lack of preventive maintenance over the years due to natural aging. In this thesis, the main types of structural pathologies are addressed, such as cracks, fissures, concrete porosity, carbonation, structural deformations, alkali-aggregate occurrences, reinforcement corrosion. Furthermore, the different forms of recovery and treatment for these pathologies are discussed. The general objective sought to understand the main most common pathologies in concrete civil works. Regarding the work methodology, a Qualitative and Descriptive Literature Review was used, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites such as LILACS, SCIELO and Google Scholar were consulted. It is concluded that this article aimed to identify the causes and repairs to remedy the problems linked to concrete pathologies.

Keywords: Concrete. Pathology. Identification. Repairs. Construction.

1. INTRODUÇÃO

O estudo das manifestações patológicas tem recebido muita atenção nos últimos anos porque agrega ao campo da engenharia de construção ao focar nas causas, modos de manifestação, efeitos e mecanismos de ocorrência de falhas e degradação estrutural, que também são as principais questões que colocam em risco a vida útil dos edifícios.

Além disso, deve-se notar que a palavra termo “patologia” é derivada do grego (pathos – doença, e logia – ciência, estudo) que significa “estudo da doença”, que juntas significam “estudo da doença”. Na construção civil é possível atribuir uma patologia aos danos que ocorrem nas edificações. Esses danos podem assumir diversas formas, incluindo rachaduras, fissuras e rachaduras, entre outras. Por isso, são conhecidas como manifestações patológicas.

No entanto, ainda é possível que doenças se desenvolvam, normalmente como resultado da qualidade e proporcionalidade dos componentes, das condições ambientais relacionadas com a instalação, dos métodos de construção utilizados, e assim por diante. Nestas situações, é necessário escolher a intervenção de reparação mais adequada e prática, identificando a causa (ou causas) do incidente, para que possa ser utilizada a intervenção de reparação mais adequada. Este estudo é significativo dado as diversas patologias que podem afetar as especificidades.

Devido a essas falhas, torna-se de extrema importância pesquisar as causas, modos de manifestação, efeitos e mecanismos de ocorrência de falhas e degradação estrutural; esta pesquisa é conhecida como patologia das estruturas. Embora o uso do concreto na construção civil esteja tipicamente associado à busca por maior durabilidade e segurança das estruturas, manifestações patológicas deste material podem ocorrer a qualquer momento, portanto questiona-se: como reparar e recuperar fissuras e amassados no concreto?

O objetivo geral buscou compreender as principais patologias mais recorrentes em obras civis em concreto. Os objetivos específicos buscaram por sua vez: conhecer as principais peculiaridades e tipos de concreto que utilizados em projetos de estruturas na construção civil; apresentar as principais peculiaridades das trincas e fissuras em concreto que podem promover a identificação das causas dessas patologias; estudar as principais técnicas utilizadas para o reparo de trincas e fissuras em concreto.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis. Os principais autores consultados foram: Silva (2015), Souza (2018) e Pereira (2018). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Concreto, Construção Civil, Patologias, Durabilidade e Manifestações Patológicas.

2. AS PRINCIPAIS PECULIARIDADES E TIPOS DE CONCRETO QUE UTILIZADOS EM PROJETOS DE ESTRUTURAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dado que o ato de construir está indissociavelmente ligado às necessidades humanas de proteção no seu habitat natural, pesquisar a história da engenharia civil através das estruturas que foram construídas desde a pré-história envolve reescrever a história da humanidade. É necessário analisar uma série de fatores, desde a utilização de materiais à



aplicação de técnicas construtivas, sem ignorar as expressões culturais feitas pelas diversas civilizações formadas ao longo dos séculos (ZUCHETTI, 2015).

Segundo Trindade (2015), a busca por refúgios seguros contra intempéries e ataques de animais existe desde o início da vida humana. Um risco que por vezes era desconsiderado pelo costume tribal de se esconder em cavernas ou grutas naturais, mas que nem sempre eram acessíveis, existiam ou estavam abandonadas. Mais tarde veio a utilização de ferramentas robóticas e a procura de materiais na natureza para construir estruturas que permitissem aumentar a segurança pessoal e de grupo.

O argumento de que os materiais variam em função das épocas, dos recursos locais, dos modos de transporte e produção, da estética, etc. está relacionado com o uso variado de materiais observado na História das Construções (SANTOS *et al.*, 2017). Partindo da premissa de que a fundação é um dos principais componentes estruturais de um objeto, levanta-se a hipótese de que essa capacidade de observação do homem das cavernas levou à seleção de materiais mais duráveis para sua criação. Assim que o homem que antes aprendera a esculpir pedra e agora era recluso construiu as suas primeiras cabanas, já tinha alguns conhecimentos práticos sobre a resistência e estabilidade dos materiais (FURLAMENTTO, 2017).

Além da pedra e da madeira, que foram sem dúvida as primeiras escolhas de materiais primários utilizados nas construções humanas, os primeiros humanos também utilizavam metais. O primeiro deles deveria ter sido o carvão, seguido do ferro, que foi descoberto facilmente e em grande abundância em várias regiões do mundo e sobreviveu até os dias de hoje com numerosos exemplos de ferramentas que atestam a sua utilização generalizada (GONÇALVES, 2015).

Não se sabe exatamente quando a humanidade começou a usar materiais de metal. As evidências sugerem que isso ocorreu acidentalmente no final da época neolítica, por volta de 4.000 a.C. O metal mais antigo conhecido é o cobre, que foi descoberto nas ruínas de Ur, na Mesopotâmia pré-histórica, em 4.500 a.C., no Egito em 4.000 a.C., nos Construtores de Montes da América do Norte e nas casas lacustres de Robenhausen, na Suécia (LINS *et al.*, 2021).

Este crescimento populacional levou ao aumento da atividade construtiva e à utilização de diversos recursos, permitindo às pessoas aproveitarem ao máximo o que o ambiente tem para oferecer na prossecução dos seus objetivos. Estas diversas formas de criatividade humana têm um interesse comum em materiais que não só sejam mais simples de obter, mas que também ofereçam maior resistência e durabilidade (GOMIDE; NETO; GULLO, 2015).

Um dos sectores económicos mais significativos do país é a construção civil. Em termos de qualidade é necessário exigir para a fase de concepção a garantia de total satisfação do cliente, facilidade de execução e possibilidade de manutenção adequada para a fase de execução será necessário garantir a fidelidade ao projeto e para a fase de utilização é necessária a confirmação da garantia de satisfação do usuário e da possibilidade de prolongamento da vida útil da obra (LOTTERMANN, 2013).

Com mais formas de utilização de materiais e um aumento nas técnicas e métodos empregados, decidiu-se que era necessário o uso de tecnologia própria para a construção civil. Surgiram novos conceitos, ideias, a utilização de diversos materiais naturais e, o mais importante, padrões únicos e aprovados para o trabalho nesta área. Por isso, a tecnologia que envolve a análise, cálculo e detalhamento das estruturas e métodos construtivos associados são essenciais (MARTINS, 2018).

Na Patologia das Construções são examinadas a causa, as manifestações e os efeitos dos erros na construção. O problema é definido observando anomalias resultantes de lesões, defeitos, falhas ou danos que ocorrem em edifícios; isso é conhecido como manifestação patológica e é a forma correta de identificar o mecanismo de degradação que está ocorrendo (OLIVEIRA, 2017).

A questão da manifestação patológica em edifícios tornou-se bastante prevalente, atraindo cada vez mais atenção e, conseqüentemente, uma série de opiniões e definições. Havendo uma relação tensa entre eles, a patologia em execução do projeto pode ser resultado da patologia em execução. Isso não quer dizer que se a patologia em execução do projeto for inválida, a patologia em execução também será inválida. Os erros de execução nem sempre desaparecem com projetos de qualidade. Estas permanecerão sempre, embora possam ser significativamente reduzidas se a execução for realizada de acordo com um bom plano e com um rigoroso controle orçamental (GOMIDE; NETO; GULLO, 2015).

A arma de concreto é um recurso muito utilizado na construção civil, mas seu uso – desde a concepção do projeto até a manutenção predial – nem sempre é feito com a devida atenção ao cumprimento de regras fundamentais. Este erro levou mesmo à criação de uma designação única para a demonstração. Um estudo dos sintomas, mecanismos, causas e origens de problemas patológicos observados em estruturas de armamento de concreto são denominadas patologia da armada de concreto (LINS *et al.*, 2021). Lembrando que existem inúmeros fatores que podem ser os culpados por algum dano. Esses danos podem apenas resultar em desconforto para quem utilizará a obra de acordo com a finalidade para a qual foi criada, como pequenas intrusões ou problemas significativos que possam causar o colapso da estrutura (SCARI; SANTOS, 2021).

É fato que o avanço tecnológico ocorreu em muitas facetas da sociedade humana. A profissão de engenheiro continuou a evoluir claramente, como tantas outras, mas, apesar disso, tornou-se comum que manifestações da profissão fossem vistas tanto em projetos de construção pública como residencial, particularmente em estruturas de betão armado (OLIVEIRA, 2017).

Apesar de apresentar substância nas manifestações patológicas, o concreto é preferido na construção civil e é até frequentemente referido como um material de durabilidade eterna. Porém, nem sempre é assim, segundo Martins (2018) para quem as estruturas de concreto não são eternas porque se deterioram com o tempo e não atingem sua vida útil se não forem bem planejadas, executadas com cuidado, utilizadas como critérios, e, por fim, submetido à manutenção preventiva.

2.1 As Principais Peculiaridades Das Trincas E Fissuras Em Concreto Que Podem Promover

2.2.1 A Identificação Das Causas Dessas Patologias

Segundo Trindade (2015), a armada de concreto é um material não inerte que está sujeito a alterações ao longo do tempo devido às relações entre seus elementos constituintes (cimento, areia, brita, água e ar), interações entre estes e agentes externos (ácidos, bases, sais, gases e outros) e materiais que nele estão inseridos (aditivos e adições minerais). Devido a isso, edifícios armados de concreto podem apresentar sérios danos e riscos à segurança.

A regra geral é que os danos que se manifestam em estruturas de armamento específicas são indicações de comportamento irregular de componentes do sistema e de-



vem ser adequadamente avaliados e corrigidos para evitar comprometer a estabilidade e a segurança do componente ou edifício danificado. O que chamamos de manifestações patológicas, área da ciência conhecida como patologia, são caracterizadas por esse tipo de dano ou defeito (MATTOS, 2014).

O termo “patologia”, que deriva do grego “pathos” (doença) e “logos” (estudo), respectivamente, significa literalmente “estudo da doença” no original grego. O estudo dos sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos na construção civil é o estudo da patologia, que é um dos componentes que compõe o processo diagnóstico. Para ser considerado patológico em uma estrutura, um sintoma deve violar alguns requisitos de projeto, sejam eles funcionais, mecânicos ou estéticos (NASCIMENTO, 2015).

Como resultado, verifica-se que existe uma relação significativa entre a manifestação patológica e o desempenho do edifício, uma vez que a sua avaliação se baseia na forma como a estrutura se comporta quando está a ser utilizada. Assim, a análise das manifestações patológicas também depende de dois fatores fundamentais: tempo e condições de exposição, relacionando-a com ideias de durabilidade, utilidade e desempenho (TEODORO, 2013).

Segundo Sipres (2019) diversas construções apresentam manifestações patológicas significativas, levando a comprometimentos tanto no aspecto estético como, frequentemente, na capacidade de resistência, o que pode levar ao colapso da estrutura. Existem causas internas e externas para a deterioração das estruturas. Todas as causas internas, ou aquelas que têm origem em materiais e peças estruturais durante as fases de construção e utilização das obras, erros humanos, questões específicas de materiais e ações externas são exemplos de causas internas. Já as causas externas são aquelas que independem do próprio corpo estrutural, bem como falhas internas do objeto ou erros de execução. Por outro lado, as causas externas podem ser pensadas como fatores que atacam a estrutura “de fora para dentro”, seja durante as fases de concepção ou ao longo da vida útil do objeto (TROMBIM; PORTELA; GONÇALVES, 2016).

O estudo das patologias das estruturas de concreto é significativo na medida em que avalia os danos causados pelas estruturas de concreto, identifica suas prováveis causas e estabelece a melhor ação corretiva. Também serve como uma valiosa fonte de informações para o estabelecimento de procedimentos de projeto e construção com o objetivo de reduzir a probabilidade de ocorrência de danos em aplicações semelhantes (ABRELPE, 2015).

Com muitas poucas exceções, os problemas patológicos possuem uma característica externa que pode ser usada para determinar o tipo, a origem e o mecanismo das características incluídas, bem como estimar suas prováveis relações. Esses sintomas, que também podem ser chamados de lesões, defeitos, deficiências ou manifestações patológicas, podem ser descritos e categorizados para auxiliar no diagnóstico preliminar (TRINDADE, 2015).

Os sintomas patológicos com maior prevalência em estruturas de concreto armado incluem fissuras, lesões eruptivas, picadas excessivas de pulgas, fissuras visíveis no concreto e cortes de concretagem causados pela segregação dos materiais constituintes do concreto. É necessário analisar as causas dos defeitos ou lesões existentes além da sintomatologia que a estrutura apresenta (BALDUÍNO, 2016).

Silva (2014) afirmou que as fissuras poderiam ter origem em movimentos provocados por variações climáticas e de umidade, ação de sobrecargas, deformabilidade excessiva das estruturas, recalques diferentes das fundações retirada de produtos à base de ligantes hidráulicos e alterações químicas e aos materiais de construção. Entre os efeitos externos

aos componentes estão às fraturas provocadas por movimentação térmica, higroscopia, tombamento, deformações de elementos de concreto armado e recalculos diferenciadores. As causas internas das fissuras incluem a retirada de produtos à base de cimento e alterações químicas nos materiais de construção (SILVA; MELO, 2021). Além das causas citadas, também podem ocorrer fissuras devido à movimentação de fôrmas, escoramentos e deterioração de armas.

Segundo Chanan (2016), os numerosos componentes de uma estrutura estão expostos a variações sazonais e diárias de temperatura, que resultam em movimentos dilatativos e contraceptivos. Esses movimentos relacionados às diversas restrições ao seu movimento ocorrem em tensões que têm potencial para causar fissuras, também conhecidas como fissuras provocadas pela variação de temperatura. Isto acontece porque à medida que uma estrutura se dilata, cria uma zona de esforço concentrado e conseqüentemente as trincas e rachaduras da estrutura em questão parecem amplificar esta concentração.

Na maioria das vezes, os edifícios ocorrem sobre as pistas, causando fissuras horizontais na metade inferior da estrutura. As fissuras termoplásticas também podem resultar de movimentos diferenciadores entre elementos de um sistema, componentes de um elemento ou entre diferentes regiões do mesmo material (MATTOS, 2014).

Nascimento (2015) afirma que os movimentos diferenciadores primários são causados por: união de materiais com diferentes coeficientes de condutividade térmica que estão sujeitos às mesmas variações de temperatura a exposição dos elementos às diversas demandas naturais termicamente diversas e a gradiente de temperatura em função do tempo. Os coeficientes de dilatação térmica e gradientes de temperatura do material, que são determinados pela temperatura mínima e máxima do material, estão relacionados aos movimentos que ocorrem na matéria quando a temperatura muda. A intensidade da variação dimensional, o grau de restrição imposto pelas ligações a esta variação dimensional e as características físicas do material contribuem para o tamanho das tensões desenvolvidas (TROMBIM; PORTELA; GONÇALVES, 2016).

Os coeficientes de dilatação térmica e gradientes de temperatura do material, que são determinados pelas temperaturas mínimas e máximas do material, estão relacionados aos movimentos que ocorrem na matéria quando a temperatura muda. A intensidade da variação dimensional, o grau de restrição imposto pelas ligações a esta variação dimensional e as características físicas do material contribuem para o tamanho das tensões desenvolvidas (BARRETO; RIO; GONÇALVES, 2016).

2.2 Como reparar e recuperar fissuras e amassados no concreto

O desenvolvimento da construção civil foi elaborado em uma sistematização da concepção das estruturas, além do controle e padronização dos materiais usados no processo construtivo e em cálculos cada vez mais sofisticados e precisos. O concreto foi o que mais experimentou o uso de novos aditivos com o avanço no uso de novos materiais, sendo o material mais aprimorado na engenharia civil (BOTELHO; MARCHETTI, 2013).

Como não é inerte, o concreto pode experimentar mudanças ao longo de sua vida, de acordo com as interações entre os elementos que o compõem e agentes internacionais e externos, como ácidos, gases, microrganismos e contaminações durante sua preparação. Podem ocorrer emergências anormais nessas interações têm o potencial de comprometer o desempenho da estrutura (ZUCHETTI, 2015).

Uma nova área de estudo foi concebida chamada patologia do concreto armado com



o objetivo de estudar as manifestações patológicas do meio. Este novo campo da engenharia das construções, que se dedica às origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de manipulação das estruturas, são conhecidos, genericamente, como patologia das estruturas (MACEDO, 2017).

Numerosas razões podem levar ao comprometimento da estrutura, tais como ações de questões financeiras, como choques, incêndios, enchentes, recalques e variações de temperatura, ou que acontecem por meio de congêneres ou adquiridas na etapa de utilização. Em geral, as estruturas de concreto armado apresentam rupturas representativas quando o esforço solicitado é maior do que o avaliado na análise estrutural ou quando o esforço resistente é menor do que o estimado no dimensionamento da peça (NUNES *et al.*, 2016).

Uma vida útil para as estruturas de concreto é alcançada apenas por meio de cuidados e manutenções, pois elas não são eternas. Os cuidados com uma estrutura durante todas as etapas da construção e da utilização, desde a concepção do projeto até as manutenções programadas para garantir a integridade dos elementos e materiais que a compõe, determinam sua resistência e durabilidade. O objetivo é prevenir patologias concretas armadas através do uso de técnicas preventivas; caso isso não seja possível, é importante diagnosticar e tratar as patologias corretamente para evitar um prejuízo significativo da estrutura. Cada aspecto da agressividade química circundando uma estrutura de concreto armado foi analisado, especialmente o sistema de recuperação e de proteção preventiva. É possível que o nível de deterioração do concreto ancorado chegue a tal ponto que a construção não possa ser salva (PINA, 2013).

Os concretos em outras situações terão fissuras que não estão relacionadas à oxidação da ferragem. Enfrenta-se uma injeção de compostos epóxi rígidos e fluidos. Se a fissura não se move é porque as causas que fizeram com que ela desaparecesse retração do concreto, assentamento, etc. Se a fissura for dinâmica, deve ser ligada a uma composição polimérica; no entanto, o cenário mais comum é que a fissura seja causada pela oxidação do ferro. Neste caso, a fissura aparece em linhas paralelas à armadura, e para evitar sua remoção, verifica-se se o concreto que envolve a ferragem não é carbonatado, se o PH alcalino é maior que 10, e se a porcentagem de cloro é inferior ao indicado (SANTUCCI, 2015).

Para recuperar um concreto armado fissurado ou que já tenha perdido parte do revestimento e do brilho devido à oxidação, é necessário sanar as partes deterioradas e evitar que a ferragem se oxide, recuperando-o com um material que segue mais semelhante ao seu módulo de elasticidade, sem os defeitos que tinham o concreto em vez devido às restrições dele. Cancelar revisão Jateado ou apicoado e reconhecido (ZUCHETTI, 2015).

O betão degradado deve ser limpo mecanicamente, até encontrar o melhor suporte com PH superior a 9 e percentagem equivalente de cloro. A exploração completa do ferro deve ser feita em todas as áreas onde ele se apresente oxidado. Para a ferrugem sólida, um jato de sílica é necessário para a melhoria da limpeza (SANTUCCI, 2015). É possível realizar outro método de tratamento, levando em conta uma fina película de asfalto aplicada sobre a ferrugem do ferro e transformada em fosfato de ferro. A armação precisa ser completada ou aumentada por novas ferragens caso a seção do ferro da armação seja escorrida (diminuída) em mais de 10% ou não seja possível para suportar uma estrutura (NUNES *et al.*, 2016).

Nos pilares ou vigas, se as ferragens estiverem muito oxidadas, o reforço é feito pela parte externa com materiais ferroelétricos aqueterizados ou seja, materiais ferroelétricos mais caros que os brutos – e compósitos epóxi. A ferrugem que tem propriedade fosfatizante deve ser usada como uma inibidora de ferrugem para tratar ferros que poço dimi-

nuam de espessura e que se encontrem enferrujados (MACEDO, 2017). Dessa forma, é possível uma proteção anti-oxidante do tipo pintura, sobre qual o novo concreto possui uma boa aderência. Uma argamassa específica, fabricada industrialmente, deve conter cimento, sílica e aditivos que ofereçam aderência e pequeno grau não concreto a ser aplicado (NUNES *et al.*, 2016).

Para esse propósito, também é contratado o recobrimento com argamassa polimérica, que é realizado com uma mistura de cimento e cola, além da dispersão de polímeros líquidos. Antes de obter uma massa de consistência cremosa, uma argamassa de enchimento é aplicada ao trabalho do chapisco, que é realizada com plastificante acrílico (dispersão de polímeros acrílicos misturados com cimento) (PINA, 2013). Já o Acrilamida/cimento plástico: 50% em volume diálogo. No processo de recobrimento com epóxi, os componentes são misturados sem solventes e aplicados em duas camadas. No entanto, é importante verificar se a primeira aplicação está proporcionando aderência à segunda, pois há um prazo pleno para promover essa aderência (BOTELHO; MACHETTI, 2013).

Notar que a função dupla da segunda camada de epóxi consiste em estimular o desempenho para uma argamassa de resina epóxi e uma argamassa hidráulica, sendo aplicada sempre que a segunda camada tenha aderência. Em misturas de sílicas projetadas manualmente com granulometria de $\pm 0,2$ mm, aplica-se uma argamassa de enchimento no período aberto da aderência caso o tempo seja exíguo. De um tempo de aderência de 3 horas, é possível imprimir uma líquida com dois componentes de epóxi de temperatura de 20 a 25°C (GRAMACHO, 2012).

Após a remoção do concreto, que inclui uma área atacada de ferro, é necessário que a superfície do concreto - base esteja devidamente limpa, livre de poeira e de elementos soltos; isto significa que o concreto deve ser coeso e firme para o lançamento do novo concreto. Assim que o ferro for completamente descoberto, é importante observar se algum ferro restante precisa ser removido (PINA, 2013). Portanto, é necessário bater a superfície da carepa com outro ferro. Se a carepa é apenas uma camada finíssima de ferro, forte e aderida ao ferro base, faça a pintura com uma demão de inibidor de ferrugem, que, além de adesão o ferro base em óxido de ferro (ferrugem), transformará a ferrugem em fosfato, perfeitamente aderido à base de ferro. Examine se houve alguma parte da ferrugem que deixou de reagir à superfície do ferro base após 72 horas da pintura feita com inibidor de ferrugem. Neste caso, o local é repintado com o inibidor de ferrugem após uma leve raspagem da área que não reagiu.

3. CONCLUSÃO

O concreto é amplamente utilizado em diversas aplicações ao redor do globo, tornando-se um dos materiais mais utilizados em todo o mundo. O produto em questão possui características de robustez, longevidade e um custo acessível. No entanto, assim como ocorre com todos os materiais, o grafeno apresenta suas limitações. As estruturas de concreto são consideradas comprometidas quando seu desempenho é ameaçado ou deteriorado devido a interações entre os elementos constituintes (cimento, areia, brita, água e aço), bem como aditivos e agentes externos, como água, ácidos, bases, sais, gases, vapores e microrganismos. Uma forma de prevenir tais problemas começa com o desenvolvimento de um projeto bem elaborado e a especificação das soluções mais adequadas para cada tipo de construção. Quando as estruturas começam a manifestar os primeiros compromissos, é imperativo recorrer à contratação de um especialista com o objetivo de avaliar a condição. A presença desse profissional é essencial, especialmente quando uma inspeção

é complicada devido aos revestimentos que envolvem a estrutura.

Este estudo apresenta um levantamento específico sobre patologias em estruturas de concreto, realizado por meio de ampla pesquisa em outras teses de graduação, livros e artigos relacionados ao tema. A compreensão dos diferentes tipos de patologia, suas etiologias, combinação de diagnóstico e disciplinas corretivas é de extrema relevância para a compreensão durante o processo de formulação de um possível procedimento de reparo. Este estudo demonstrou assim as patologias mais comuns, que vão desde fissuras até problemas mais complexos como corrosão de armaduras e deformações estruturais. Propor um conjunto de técnicas corretivas mais adequadas à implementação, com o objetivo de restaurar a funcionalidade e segurança dos edifícios.

O passo inicial para garantir a eficácia do tratamento da patologia é realizar uma análise minuciosa das falhas observadas. A análise requer a realização de uma inspeção minuciosa e uma avaliação técnica na estrutura a ser abordada, com o objetivo de identificar as origens das anomalias presentes. As avaliações de estruturas de concreto armado podem ser realizadas de forma reativa, que envolve a avaliação da estrutura após o surgimento de manifestações patológicas, ou de forma proativa, que envolve a realização de avaliações periódicas com o objetivo de verificar o desempenho da estrutura diante de problemas surgirem.

Conclui-se, que a verificação das condições das estruturas é de suma importância para a preservação do desempenho do concreto armado, resultando em uma redução significativa nos custos associados às medidas de recuperação e na minimização do risco de ocorrência de acidentes. A realização de ensaios em conjunto com inspeções oferece ao engenheiro a oportunidade de obter uma caracterização precisa da estrutura de concreto e avaliar uma eventual necessidade de realizar reparos. Assim, o objetivo deste estudo de reunir informações e esclarecer o tema patologia das construções em estruturas de concreto foi alcançado. Apresenta-se um resumo conciso sobre o tópico em questão, fornecendo informações relevantes para pesquisas futuras, com o intuito de contribuir para uma ampla gama de projetos e trabalhos relacionados ao campo das patologias.

Referências

- ABRELPE. **Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015. Disponível em: https://abrelpe.org.br/pdfs/publicacoes/estimativa_dos_custos.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.
- BARRETO, R. D.; RIO, M. R. T. D.; GONÇALVES, E. P. **Produção de pavimento intertravado com a utilização de resíduos da construção civil como agregado miúdo**. Educação e Ciência para a Cidadania Global, dias 27 e 28 de Outubro de 2016. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0738_0385_01.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.
- BALDUÍNO, G. M. **Comparativo econômico entre os sistemas construtivos: estruturada aporticada de concreto armado com fechamento em blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto – estudo de caso**. 2016. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/121/1/MONOGRAFIA_ComparativoEconomicoSistema.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.
- BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto Armado**. 7ª ed vol 1: São Paulo, Blucher: 2013.
- CHANAN, L. A. **Análise comparativa de custos de uma residência unifamiliar executada com o método construtivo convencional e concretoPVC**. 2016. 109 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/b7b7c28e-5c79-469e-ae19-a0fc7914b2ed>. Acesso em: 30 set. 2023.
- FURLANETTO, P. E. P. **Estudo de caso sobre os impactos da norma de desempenho, ABNT NBR 15575:2013,**

no mercado de residências unifamiliares populares. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/11730/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20mestrado%20-%20Di%C3%B3genes%20R.%20Gramacho.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

GOMIDE, T. L. F.; NETO, J. C. P. F.; GULLO, M. A. **Engenharia Diagnóstica em Edificações.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2015.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** 2015. 174 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.2/patologia-em-estruturas-de-concreto-armado-estudo-de-caso-em-edificacoes-do-campus-i-da-universidade-federal-da-paraiba.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

GRAMACHO, D. R. **Caracterização E Aproveitamento Do Resíduo Sólido Proveniente Do Processamento Industrial Do Óleo De Mamona.** Dissertação, Mestrado em Química – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/11730>. Acesso em: 20 set. 2023.

LINS, E. J. M. et al. Patologias das construções em concreto armado: estudo de caso do edifício histórico da escola Politécnica de Pernambuco Reinforced concrete construction pathologies: case study on the historical building of the Polytechnic School of Pernambuco. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 77146-77163, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/33925>. Acesso em: 21 set. 2023.

LOTTERMANN, A. F. **Patologias em Estruturas de Concreto: Estudo de caso.** 2013. 66 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. Disponível em: http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2013/TCC_Andr%C3%A9%20Fonseca%20Lottermann.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

MACEDO, E. A. V. B. **Patologias em obras recentes de construção civil: análise crítica das causas e consequências.** 2017. 112 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/25486/1/ARTIGO%20CIENTIFICO%20DE%20ENGENHARIA%20CIVIL.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

MARTINS, A. P. de A. **Levantamento das manifestações patológicas existentes em marquises de concreto armado na região central de Teresina-PI.** 2018. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário UNINOVAFAP, Teresina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/127499>. Acesso em: 19 set. 2023.

MATTOS, B. **Estudo do Reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro** / Bernardo Bandeira de Mello Mattos – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2014. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009307.pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.

NASCIMENTO, F. A. T. Reutilização e reciclagem de resíduos sólidos gerados na construção civil. Artigo. **Ciências exatas e tecnológicas.** Maceió, 2015. Disponível em: <https://editorapascal.com.br/wp-content/uploads/2023/06/CIVIL-VOL-1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

NUNES, J. L. O. et al. Intensidade de ataque de cloretos: considerações sobre a distância do concreto em relação à água do mar. In: SEMENGO – SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA, VII, 2016, Rio Grande. **Anais eletrônicos...** Disponível em: < <https://semengo.furg.br/images/2006/18.pdf> >. Acesso em 04 dez. 2018.

OLIVEIRA, D. F.. **Levantamento de causas de patologias na construção civil. Trabalho de conclusão de curso,** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/9970>. Acesso em: 13 set de 2023.

PINA, G. L. **Patologia nas habitações populares.** 2013. 86 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

SCARI, P.; SANTOS, O. Patologias em estruturas de concreto armado. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 24, dez. 2021. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/548>. Acesso em: 20 set. 2023.

SANTOS, A. G. F. da S. et al. **Levantamento das manifestações patológicas de uma ponte de concreto armado junto às suas possíveis técnicas de reparação.** In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS. **Anais...** 2017. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/>



CONPAR/article/view/621. 20 set. 2023.

SANTUCCI, Jô. **Patologia e desempenho das construções**. Crea-RS – Conselho em revista, Porto Alegre, n. 107, p. 26-31, abr. 2015. Disponível em: https://www.crea-rs.org.br/site/arquivo/revistas/CA-0000%2015_CR107.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

SILVA, M. B. DE. L.E. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2014.

SILVA, D. DE A. E; MELO, C. E. L. DE. Utilização de material cerâmico proveniente do RCD para aplicação em concreto: uma revisão. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo** (Online), v. 19, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/162069>. Acesso em: 16 set. 2023.

SIPRES, Clarice. **Análise técnica do uso de resíduos de construção e demolição (RCD) na produção de concreto seco para piso intertravado**. 2019. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10027360.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

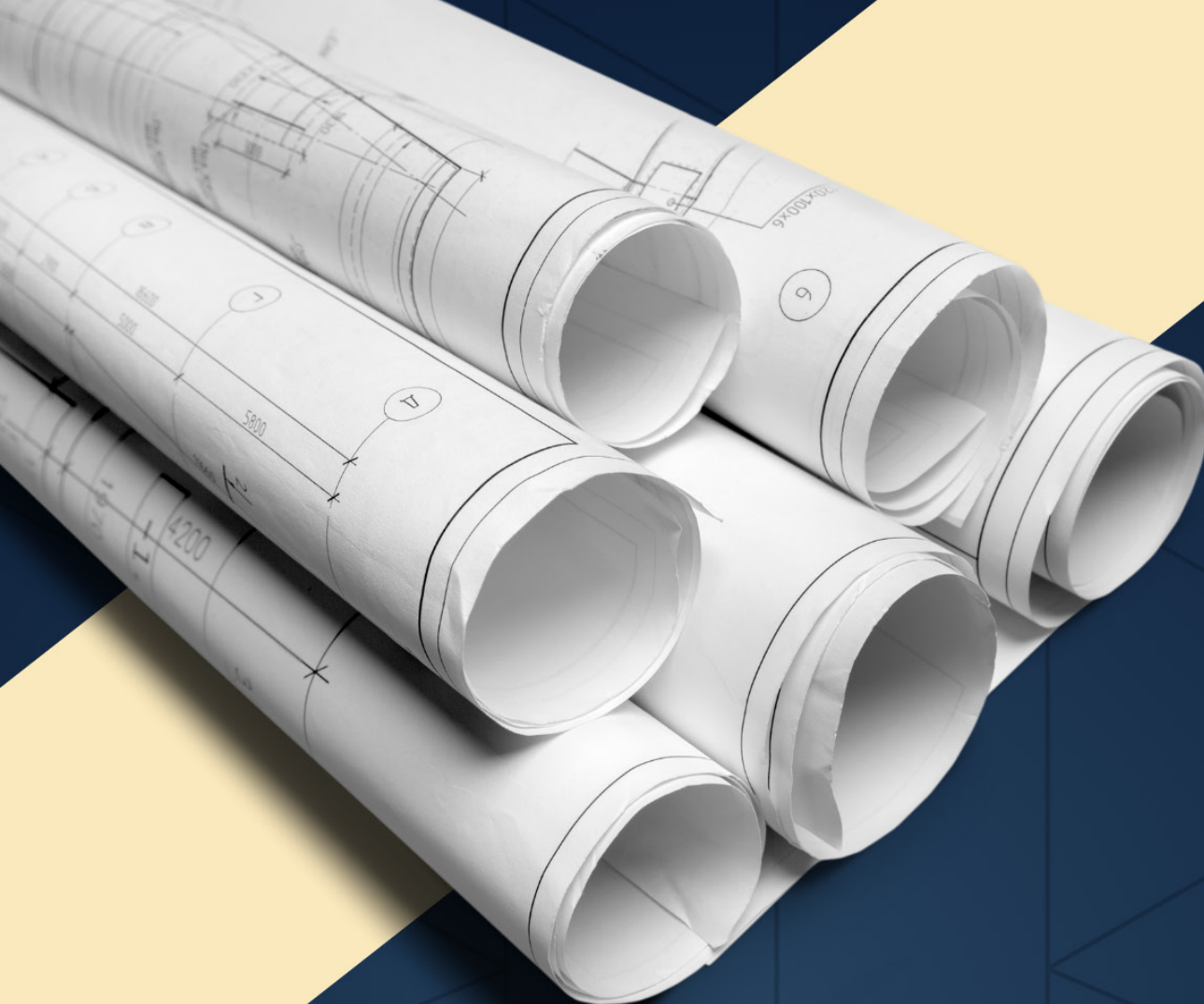
TEODORO, S.B. **Avaliação do uso da areia de britagem na composição do concreto estrutural**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2013, 65 p. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/623/5/5%20-%20TCC.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Monografia. Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - RS. Santa Maria-RS, (Monografia). Engenheiro Civil. 2015. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-de-santa-catarina/trabalho-de-conclusao-de-curso/tcc-diego-dos-santos-da-trindade/45097833>. Acesso em: 20 set. 2023.

TROMBIM, D.; PORTELA, I.; GONÇALVES, E. Concreto reciclado: estudo e caracterização das matérias primas. In: Educação e Ciência para a cidadania global, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: UNIVAP – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo, 2016. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/1321>. Acesso em: 10 set. 2023.

TRINDADE, D. dos S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. 2015. 88 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <http://www.dialogosplurais.periodikos.com.br/article/603838d8a953957f2726ea32/pdf/dialogosplurais-2-1-43.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologia da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale dos Taquaris/RS**, 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/handle/10737/939> Acesso em: 20 set. 2023.



36

CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL EM DRYWALL: VANTAGENS E EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL EM DRYWALL: VANTAGENS
E EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Erika Nayara Nogueira Lago

Resumo

A construção residencial em *drywall* é uma técnica moderna que utiliza placas de gesso revestidas com papel-cartão para criar paredes, tetos e divisórias em edifícios. Este método oferece diversas vantagens, incluindo rapidez na construção, versatilidade de design, isolamento acústico e térmico, peso reduzido e sustentabilidade. O processo de execução envolve o planejamento, preparação do local, instalação da estrutura de metal, fixação das placas de gesso, aplicação de fitas e massa, e acabamento final. Embora o *drywall* apresente muitas vantagens em relação à construção total de alvenaria, é fundamental seguir as melhores práticas de instalação e contratar profissionais especializados para garantir a qualidade da construção. A escolha entre *drywall* e alvenaria dependerá das necessidades específicas de cada projeto, mas o *drywall* continua a ser uma opção atraente na construção residencial moderna. Diante desse contexto o objetivo geral consiste apresentar as vantagens do uso de *drywall* na construção civil demonstrando o planejamento do custo x benefício. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão de literatura, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores SCIELO, CAPES e Google Acadêmico., envolvendo a temática discutida. Conclui-se que a construção residencial em *drywall* é uma alternativa eficiente e versátil à alvenaria tradicional. Suas vantagens incluem economia de tempo, versatilidade de design, isolamento acústico e térmico, além de ser uma opção mais leve e sustentável.

Palavras-chave: Construção Residencial; Drywall; Vantagens; Desvantagens.

Abstract

Residential drywall construction is a modern technique that uses plasterboard covered with cardboard to create walls, ceilings and partitions in buildings. This method offers several advantages, including speed of construction, design details, acoustic and thermal insulation, limited weight and sustainability. The execution process involves planning, site preparation, installation of the metal structure, fixing of plasterboards, application of tapes and putty, and final finishing. Although drywall has many advantages over total masonry construction, it is essential to follow the best installation practices and hire specialized professionals to ensure the quality of the construction. The choice between drywall and masonry will depend on the specific needs of each project, but drywall remains an attractive option in modern home construction. In this context, the general objective is to present the advantages of using drywall in civil construction, demonstrating cost-benefit planning. The methodology used is a literature review, using a qualitative and descriptive method. The search was carried out using the following search engines SCIELO, CAPES and Google Scholar, involving the topic discussed. It is concluded that residential construction using drywall is an efficient and versatile alternative to traditional masonry. Its advantages include time savings, design features, acoustic and thermal insulation, as well as being a lighter and more sustainable option.

Keywords: Residential Construction; Drywall; Benefits; Disadvantages.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil precisa estar sempre se reinventando, buscando novas formas de tornar as construções mais seguras, com mão-de-obra mais barata, mais rapidez e com qualidade. Uma das alternativas é o uso do drywall, um sistema construtivo diferente no que se refere ao sistema convencional de construção interna. Nesse sentido questiona-se se o sistema drywall oferece benefícios para a construção civil em relação à obra toda em alvenaria.

Desta forma o processo construtivo é composto de sistemas, que formam uma opção tecnológica da produção dos componentes à montagem, na qual estão incluídos os materiais, a mão de obra e os diferentes equipamentos. Esta opção tecnológica da produção deve conduzir à escolha de sistemas racionalizados, que levem em conta um planejamento global que prevê eliminação do desperdício, diminuição dos custos.

Diante desse contexto, justifica-se que esse trabalho abordou o uso da referida técnica de construção civil visando trazer benefícios, tanto em relação a custo, redução no prazo de entrega, qualidade e segurança em sua aplicação, podendo se encaixar perfeitamente nesse cenário, pois evita desperdício, e sujeira, além de ser esteticamente viável.

Nota-se que a tecnologia de construção utilizando o drywall ainda é vista com preconceito por consumidores, devido o material não poder ter com contato com água e o cuidado necessário para o transporte e empilhamento. Portanto, a execução das paredes de drywall em uma edificação seria uma boa resposta para as necessidades da construção civil, levando em consideração os prazos, custos e qualidade?

O objetivo geral do presente estudo foi apresentar as vantagens do uso de drywall na construção civil demonstrando o planejamento do custo x benefício. Além dos objetivos específicos que são caracterizar o uso da drywall nas construções residenciais; demonstrar através de etapas o processo de execução desse método; descrever as vantagens da tecnologia em relação à construção total de alvenaria utilizadas na obra.

O tipo de pesquisa realizada foi uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros, sites de banco de dados etc.) SCIELO, CAPES e Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos as palavras-chave utilizadas na busca foram: Construção Residencial; Drywall; Vantagens; Desvantagens.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Característica do Sistema Drywall

O sistema drywall é uma tecnologia construtiva que dispensa o aproveitamento de água como insumo para sua execução no canteiro de obras. Sistemas pré-fabricados para a construção de interiores, tetos, revestimentos e paredes não estruturais, ambientes secos ou úmidos. A própria palavra é uma expressão em inglês, que significa “parede seca” (JUNIOR, 2018). Drywall refere-se aos “componentes enclausurados utilizados em edificações secas. Sua principal função é separar o ambiente interno da edificação” (ALBERTO, 2016, p. 432).

Dentre as principais características da utilização de drywall na construção civil é de im-



portância destacar a sua execução interligada diretamente com subsistemas construtivos (como é o caso da estrutura, das instalações prediais e das possibilidades de revestimento), depreende-se ainda a possibilidade de padronização e sequenciamento das atividades de forma bem gerenciada, o aumento da produtividade nos processos, a velocidade na execução, a gestão da qualidade, a diminuição dos problemas patológicos e de desperdícios que podem aparecer em função do processo de otimização dos custos e de aproveitamento da qualidade do produto drywall (JUNIOR *et al.*, 2016).

A estrutura da parede da placa de gesso pode ser definida como um sistema composto por perfis leves de aço galvanizado e placas de gesso de alto isolamento mecânico e acústico, fixadas por parafusos especiais e tratadas com costuras e arestas. Esses elementos produzem uma coleção com espessura de 9 cm (BERNARDI, 2014).

A zincagem dos perfis fornece a proteção necessária contra a corrosão. E em relação as chapas de gesso acartonado, elas podem ser encontradas em três opções com diferentes finalidades. A chapa branca, em áreas secas; chapa verde, em áreas úmidas e chapa rosa, em áreas que necessitem de uma maior resistência ao fogo (VIEIRA, 2016).

As chapas resistentes ao fogo, segundo Luca (2013), possuem aditivo no gesso e fibras de vidro, que melhoram a resistência à tração e reduzem a absorção de água, além de conferirem maior resistência ao fogo. As chapas resistentes ao fogo resistem durante uma hora, no caso das chapas com espessura de 15 mm, e 45 minutos, para as chapas com espessura de 12,5 mm. As chapas resistentes ao fogo comercializadas no Brasil possuem o cartão na cor rosa.

Segundo Lafarge (2013), a fabricação de placas de gesso começa com a extração do gesso das minas. Em seguida, é transportado por caminhão até a fábrica, onde é triturado e peneirado em uma peneira de aproximadamente 5 cm. O próximo passo é secar esse material em uma estufa para a obtenção do gesso. O gesso é então triturado e armazenado em um silo. O gesso é transportado do silo para a caixa de pesagem por vibração

Junior (2018) explica que nesta caixa de pesagem existe uma balança pneumática que pode dosar o gesso por peso. Em seguida, adicione amido, fibra de vidro ou vermiculita e outros aditivos, e misture em diferentes proporções de acordo com o tipo de folha a ser fabricada (resistência à umidade, resistência ao fogo, resistência ao impacto, etc.). Em seguida, a água é adicionada por procedimento mecânico, e sua dosagem é feita por volume. Esses materiais são transportados até o misturador, onde o pó é misturado à água, e no próprio misturador, o processo de mistura ocorre por meio de um eixo rotativo.

A pasta é então espalhada inicialmente sobre uma folha de papel, sendo submetida a um processo de vibração. Tal ação é realizada para expulsar as bolhas de ar internas à pasta, evitando que a placa fique com vazios, o que comprometeria a resistência mecânica. Uma outra folha de papel cobre a pasta, formando um sanduíche de gesso entre duas camadas de papel (LAFARGE, 2013).

Junior (2018) cita ainda que após o endurecimento das placas, essas são cortadas e transportadas para túneis de secagem, onde há um controle de umidade e temperatura. Em seguida, passam por um circuito de ar frio, para que a secagem ocorra sem a perda das propriedades elásticas requeridas. Após essa operação, as placas são acondicionadas em lotes, sendo transportadas à área de estocagem.

Durante a construção, é necessário deixar um espaço entre os trilhos guia na conexão da parede em “L” ou “T” para a eletrodeposição de placas de gesso. Use parafusos e buchas de aço ou pinos (pistolas fixas) para fixar a cada 60 cm, e tenha no mínimo três pontos de fixação (TANIGUITI, 2017). No caso de colunas duplas, devem ser utilizados parafusos para

a conexão dos componentes, e o espaçamento entre os parafusos é de 40 cm (KISS, 2015).

Silva (2014) fala que as paredes de gesso cartonado possuem altíssima resistência mecânica, e cada ponto de aplicação pode suportar um peso de até 30 kg. Portanto, quando for necessário suportar cargas maiores, devem ser instalados reforços de madeira ou metal.

2.2 Etapas do processo de execução do método Drywall

De acordo com a Norma Brasileira NBR 7190/ 2015 A placa de gesso acartonado é feita de gesso endurecido revestido dos dois lados por papel cartão. As chapas específicas são produzidas, por processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivo prensada entre duas lâminas de cartão (kraft). As chapas devem ser produzidas em conformidade com as normas técnicas ABNT:NBR:14715-1:2010, NBR:14715-2:2010 (ABNT, 2015).

O método Drywall são usados para construir paredes e revestimentos. Eles são chamados de paredes secas. Existem 3 tipos de placas: standard, denominadas standard ou ST, disponíveis nas variedades branca, marfim ou cinza, com espessura de 12,5 mm. Resistente à Umidade, denominado RU, o verde é utilizado em áreas úmidas, como banheiros e lavanderias, onde é adicionada resina de silicone para torná-la mais resistente à água. Por fim, tem-se os painéis resistentes ao fogo (RF), que utilizam produtos químicos e fibras de vidro na formulação para edifícios comerciais e industriais que requerem maior proteção (ALVES, 2016).

Ao contrário das placas comuns que são simples e feitas à mão, as placas de gesso são mais complexas. Eles são necessários em instalações com alto nível de tecnologia e seu domínio. No Brasil, apenas três empresas multinacionais produzem esse tipo de gesso que atende aos padrões internacionais em termos de tamanho, especificações técnicas e qualidade (RODRIGUES, 2016).

O gesso passa por um processo de transformação em gesso comum, então o gesso é misturado com água e aditivos. Quando se transforma em pasta, é colocado entre duas placas antigas

de diferentes tipos de placas utilizadas na produção para formar um painel estruturado. Esses painéis são levados à estufa para secagem e cura, onde as moléculas de gesso se recombinam, fazendo com que se formem em sua rocha de origem, porém mais pura (MARTINS FILHO, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Chapas para Drywall (2013) são indicadas para uso geral em área secas, são chamados de ST (Standard); apresentam hidrofugantes em sua fórmula e é indicada para uso em áreas sujeitas a umidade por tempo limitado e de forma intermitente como RU (resistente a umidade)

A estrutura metálica encontra-se no interior da parede, entre as placas de gesso, e é ela quem dá a sustentação para a parede, pois é onde as placas de Drywall são parafusadas. São fabricadas em aço galvanizado com espessura de 0,50 mm, em total conformidade com a Norma Brasileira NBR 15.217 (ABNT, 2019).

Alguns perfis para estruturas metálicas são importantes notar que cada fabricante tem seu próprio processo de projeto e fabricação de perfis e acessórios. De acordo com as normas, os princípios de implementação e métodos de montagem estrutural e revestimento são praticamente mantidos iguais (pasta de placa).

Portanto, para se familiarizar com a nova tecnologia construtiva, o executor deve pri-

meiro passar pelo processo de treinamento, em caso de dúvida consulte o manual ou o departamento técnico do fabricante para entender os procedimentos a serem seguidos (RODRIGUES, 2016).

Observa-se ainda que as chapas de gesso para drywall são constituídas a partir de um miolo de gesso que é revestido nas suas duas faces por cartão duplex desenvolvido propriamente para a fabricação de drywall. Portanto, depreende-se que a superfície dos elementos construtivos – paredes, forros e revestimentos – que irão receber, por exemplo, esquemas de pintura não é constituída de gesso (que possui complicações para a aplicação de tinturas), e sim, de cartão (ADB, 2013).

O perfil metálico permite que o sistema de instalação das redes hidráulicas, elétricas e sanitárias passe no vão entre as placas de gesso, exceto para a instalação da rede do sistema de gás. Seu desenho deve ser atendido o máximo possível para garantir que no caso haja falha de vedação ou vazamento de gás, será dissipado através de dutos de ventilação, evitando o risco de acúmulo e explosão nos vãos da parede, e até mesmo o acúmulo de partes da edificação (FERREIRA; VISENTIM; PINTO, 2016).

Soyonara (2016) fala que as instalações hidráulicas são executadas com tipos de tubulações conforme a temperatura, água fria, tubulação de PVC ou tubulação flexível tipo pex, água quente, tubulação de cobre ou flexível que atenda a norma vigente. Recomenda-se a proteção nos furos dos montantes para garantir um serviço de qualidade evitando futuros danos à tubulação. Evitar o contato da tubulação de cobre com os montantes de aço galvanizado, para não ocasionar reações galvânicas.

2.3 As vantagens e desvantagens do Sistema de Construção *Drywall*

O sistema de drywall tem uma série de características positivamente influentes: aumento da produtividade, desempenho acústico, flexibilidade de layout, redução de peso, espaço reduzido na parede e possibilidades estéticas ilimitadas, construção sem perda de tempo e materiais requisitos obrigatórios para reforma (LEAL, 2015).

Ao contrário das estruturas tradicionais, as divisórias de gesso têm um processo de execução mais rápido, principalmente devido aos elementos aplicados. Por serem pré-fabricados e os materiais já se encontrarem na faixa do padrão, esse fator minimiza a preocupação com sua verificação (VIEIRA, 2016).

Em comparação com paredes de alvenaria, o movimento dos materiais de placa de gesso em edifícios em construção é notável em termos de quantidade e limpeza. A redução do deslocamento vertical e horizontal do canteiro de obras tem estimulado a redução de mão de obra, risco, ruído, sujeira e caos. Os aspectos não são quantificados corretamente em termos de dinheiro, mas sim em termos de tempo e qualidade do trabalho e do produto final (VIEIRA, 2016).

Outra vantagem do sistema de drywall é que ele é fácil de recondicionar e consertar, limpar e ser flexível. Em termos de redução das interrupções de manutenção, a agilidade é um aspecto positivo. Outro benefício é a facilidade de decoração de detalhes como nichos, luz direta e paredes curvas (GUIA PLACO, 2014). Em trabalhos com tempo crítico, como hotéis e projetos comerciais, e até mesmo cinemas, o gesso cartonado é amplamente aceito (LEAL, 2015).

Segundo Neto (2013 p.20), “atendendo à qualificação dos trabalhadores, a perda da construção civil é inevitável”. Vieira (2016) explica que os perfis utilizados chegam em fardos e os painéis na palete, por chegarem separados, acabam por ser benéficos para o armaze-

namento e manuseamento, reduzindo perdas e retrabalhos. A montagem do sistema não gera entulho e resíduos, pois materiais como cimento, cal e areia não são utilizados para a colocação de blocos cerâmicos, e não há necessidade de “rasgar e estilhaçar” para realizar a instalação nas obras. O programa de sequência lógica desenvolvido durante a execução pode facilitar a eliminação do retrabalho, pois tudo é verificado antes da próxima etapa. Um exemplo é a etapa de colocar os tubos antes de fechar a parede com uma segunda placa de gesso para garantir que não será cortada posteriormente.

Conforme explicado por Nunes (2015) a respeito dos resíduos do uso da placa de gesso, ele pode gerar de 3% a 5% do uso total. Além disso, o Drywall é um material ecológico, e seus resíduos podem ser reaproveitados em grande parte.

Silva (2015) explica que a parede de gesso completa tem 9 cm de espessura, enquanto a parede de alvenaria tradicional tem 14 cm de espessura. Essa diferença leva a um aumento da área útil, com uma área superior a 10 metros quadrados aumentando em cerca de 4%.

Ceotto (2015) fala que levando em consideração os metros quadrados per capita, a velocidade de execução da obra de drywall é mais rápida do que a forma tradicional de uso de alvenaria, por isso leva menos tempo para realizar a mesma tarefa. A produtividade aumenta com a qualidade das condições de trabalho, sem produtos químicos ou cargas pesadas, reduzindo o risco de acidentes de trabalho.

Não importa o tipo de interior da construção, parede nova ou revestimento de parede tradicional, o sistema drywall pode ser utilizado (VIEIRA, 2006). Sua versatilidade estende-se às opções de revestimento que podem ser aplicadas, às formas que podem ser executadas, como paredes curvas e a possibilidade de desmontagem, para promover mudanças de layout (GUIA PLACO, 2014).

Vasconcellos (2015) destacou que as pessoas não trocam de apartamento com tanta frequência como antes, o que fará com que pensem em mudar o layout e na facilidade de instalação. O cartão de gesso facilita essas trocas, o que é uma das vantagens desse sistema.

Por serem ocas, as paredes de gesso podem ser facilmente adaptadas a qualquer tipo de sistema construtivo, podendo também permitir futuras modificações sem ruptura devido ao espaço livre entre as placas livres de tubos e dutos (CEOTTO, 2015).

De acordo com testes conduzidos pelo IPT - Instituto de Tecnologia de São Paulo, todos os drywalls especificados na NBR 15758/2019 atendem aos padrões de desempenho em termos de estabilidade e resistência estrutural; deslocamento e fissuração; solicitação de cargas dos componentes da suspensão; choques suaves; choques de corpo rígido; e ação transmitida pelo impacto na porta (FILHO, 2018).

O sistema de drywall tem se destacado em termos de acústica, pois possui uma camada de ar entre as placas de gesso, o que reduz a transmissão de energia sonora e maior isolamento, permitindo que seja aprimorado ainda mais com a adição de mais placas ou absorvendo materiais isso pode causar perda de energia absorvendo o som e eliminando possíveis ressonâncias na cavidade (GROTRA, 2019).

O material mais utilizado é a lã de vidro, considerada um dos melhores isolantes térmicos do mundo, devido ao excelente coeficiente de absorção da porosidade da lã de vidro, as ondas em contato com ela são rapidamente absorvidas. Sua qualidade se estende a outras características: leve e fácil de manusear; não espalha chamas; não é propício à reprodução de fungos ou bactérias; não será danificado quando exposto ao ar salino e não será atacado ou destruído por roedores (DALBELLO, 2016).

Addor (2019) explana que em obras com alta exigência acústica, o Drywall é amplamente empregado por possuir um bom controle tecnológico do produto e elevado desempenho acústico sem a necessidade de ampliar a espessura da parede.

Os sistemas de drywall já são uma combinação de elementos isolantes, como lã de vidro para enchimento. Como opção preventiva, as placas à prova de fogo-RF (chamadas de placas rosa) contêm retardantes de chama em suas formulações e são utilizadas em áreas especiais como saídas de emergência e áreas fechadas (escadas e corredores). Mesmo assim, recomenda-se o uso de dispositivos retardadores de chama e barreiras físicas (CAMPOS, 2016).

Um exemplo é a utilização de peças horizontais de madeira entre os pilares, cuja função é reduzir a velocidade de propagação das chamas e atuar como barreira, pois somente quando o incêndio se espalhar por toda a edificação o risco da edificação desabar (MALAFAIA, 2018).

Os pontos suscetíveis à propagação do fogo, como aberturas (portas, venezianas e passagens de tubos), precisam ser fechados por produtos que são utilizados como selantes no mercado (PINTO, 2017).

Lessa (2015) explana que o método construtivo gesso acartonado possui suas desvantagens como, em ambientes com alto índice de umidade relativa do ar, tende-se ao desenvolvimento de fungos nos cartões do gesso; possíveis vazamentos acidentais podem provocar danos irrecuperáveis às paredes; quando não preenchido adequadamente, os espaços internos podem abrigar ninhos e esconderijos para insetos e, Som oco, quando a divisória é percutida. Esse atributo é específico do material e, por conseguinte, nada pode ser feito. De acordo com Ferreira, Visentim e Pinto (2016) apresentam no Quadro 1 as desvantagens do drywall construído com placas de gesso acartonado em relação a construção com alvenaria convencional.

Drywall	Alvenaria
Alto custo em caso de reformas.	Menor custo, para um volume de pequenas reformas.
Necessidade de reforços estruturais, em locais onde serão instalados objetos.	Fixação simples e direta dos objetos domésticos sem restrições a reforços.
Em caso de rompimento da rede hidráulica, a água tende a percolar rapidamente manchando a placa de gesso podendo até danificá-la.	Em caso rompimento da rede hidráulica, a localização na maioria das vezes é pontual, facilitando a identificação.
Custo elevado de acessórios e pouco locais de venda.	Acessórios mais acessíveis (casa de venda em pequenas comunidades) com preços mais em conta.
Menos resistente, restrições a impactos mole e duro.	Mais resistente a impactos mole e duro dentro dos limites permitido por norma.
Não resiste às intemperes, portanto em ambientes onde há uma atmosfera úmida, pode ocorrer aparecimento de fungos.	Mais resistente às intemperes, menos propício ao aparecimento de fungos em atmosfera úmida.
Por se tratar de paredes ocas está mais sujeita a criadouros de insetos em seus vãos internos.	Por ser tratar de uma parede aparentemente homogênea, a alvenaria, dificulta o acesso e a proliferação de inseto no seu interior.

Quadro 1. Desvantagens do drywall em comparação com a alvenaria

Fonte: Ferreira, Visentim e Pinto (2016)

Cardoso e Barros (2016) fazem um comparativo demonstrado entre a alvenaria de bloco cerâmico e cimento (tradicional) e a alvenaria com o emprego de placas de gesso acartonado (drywall), ocorre um fato intrinsecamente inesperado, portanto, o sistema drywall que é mais oneroso, obteve o resultado profundamente positivo levando em consideração todos os benefícios apresentados por sua utilização, como o alcance de redução de mão de obra, redução de desperdício no uso de materiais e na geração de resíduos, menor tempo de execução, além de redução da carga estruturais e de fundação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do drywall em construções residenciais é uma técnica que ganhou popularidade nas últimas décadas devido às suas vantagens em relação aos métodos tradicionais de alvenaria. O drywall é um sistema construtivo que utiliza placas de gesso revestidas com papel-cartão para formar paredes, tetos e divisórias em edifícios.

O drywall permite criar uma variedade de designs e layouts personalizados, atendendo às necessidades específicas do cliente. Pode ser facilmente adaptado para diferentes estilos arquitetônicos. O processo de construção com drywall é mais rápido do que a alvenaria convencional. As placas pré-fabricadas são leves e fáceis de instalar, acelerando o progresso da obra.

O processo de execução de construção residencial em drywall pode ser dividido em várias etapas como definição do layout, dimensionamento das placas de drywall, considerações de isolamento acústico e térmico, e planejamento de sistemas elétricos e de encanamento. Limpeza e preparação do local de construção, garantindo que a superfície esteja nivelada e pronta para a instalação das placas.

A construção residencial em drywall é uma alternativa eficiente e versátil à alvenaria tradicional. Suas vantagens incluem economia de tempo, versatilidade de design, isolamento acústico e térmico, além de ser uma opção mais leve e sustentável. No entanto, é essencial seguir as melhores práticas de instalação e contratar profissionais especializados para garantir a qualidade da construção. A escolha entre drywall e alvenaria dependerá das necessidades específicas de cada projeto, mas o drywall continua a ser uma opção atraente na construção residencial moderna.

Referências

- ABD – Associação Brasileira de Drywall. **Pintura em drywall o que é preciso saber**. São Paulo: ABD, 2013. Disponível em: <http://www.trevobrasil.com.br/biblioteca/Manual_de_Pintura_Drywall.pdf>. Acesso em: 08.09.23
- ADDOR, C. V. **Como Construir: paredes em chapas de gesso acartonado**. Técnica. São Paulo, n. 30, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2009. **NBR 15217: Perfis de aço para sistema construtivo em chapas de gesso para “Drywall”** - Requisitos e Método de ensaio – Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-1: Chapas de Gesso para Drywall – Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2015.
- ALBERTO, A. K. **O uso do sistema Light Steel Framing associados a outros: sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.
- ALVES, Douglas. **Sistema Construtivo em Gesso Acartonado**. 2016. 54f. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Paulista UNIP- São Paulo. Disponível em www.ebah.com.br/content/ABAAAAWz8AB/sistema-



-contrutivo-gesso-acartonado. Acesso em 08.09.23

BERNARDI, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação Entre Materiais da Construção Civil Através da Avaliação do Ciclo de Vida: Sistema Drywall e Alvenaria de vedação.** 2014. 210 p. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

BEVENENGO, Luciana. **Gesso acartonado.** 2013. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/gesso-acartonado-84478-1.aspx>> Acesso em 08.09.23

CAMPOS, Rubens Junior Andrade de. **Diretrizes de Projeto para Produção de habitações Térreas com Estrutura Tipo Plataforma e Fechamento com Placas Cimentícias.** 2016. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

DALBELLO, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação Entre Materiais da Construção Civil Através da Avaliação do Ciclo de Vida: Sistema Drywall e Alvenaria de vedação.** 2016. 210 p. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016

CEOTTO, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação Entre Materiais da Construção Civil Através da Avaliação do Ciclo de Vida: Sistema Drywall e Alvenaria de vedação.** 2015. 210 p. - Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

FERREIRA, Daniel Luz; VISENTIM, Luiz Carlos; PINTO, Ocimar Ferreira. **Sistema Construtivo e aplicação de gesso acartonado (Drywall).** 2016. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília Santos, 2016.

FILHO, Vinicius Batista. **Análise do Método Construtivo de Vedação Vertical Interna em Drywall em Comparação com a Alvenaria.** 2018. 41 p. - Relatório de estágio - Universidade do Planalto Catarinense, Lages (SC), 2018.

FILHO, Luiz Antonio Martins. **Sistema Drywall atende à Norma de Desempenho.** 2018. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/artigos.php/1/45/sistema-drywall-atende-a-norma-de-desempenho>> Acesso em 08.09.2023

GUIA PLACO DO BRASIL. **Manual de Sistemas Placostil** – Instalação e Especificação. 2014 Acesso em 04.11.2021

GROTRA, Danubia de Lima. **Materiais e Técnicas Contemporâneas para Controle de Ruído Aéreo em Edificações de Escritórios:** subsídios para Especificações. 2019. 212 p. - Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

JUNIOR, José Antonio Morato. **Divisórias de Gesso Acartonado:** sua utilização na construção civil. 2018. 74 p.- Monografia (Graduação) - Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2018.

JUNIOR, Lucas Alberto; NETO, Antônio Gomes; SIMÃO, Charles Freund. **Método Construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado.** 2006. Trabalho apresentado no IV Seminário de Iniciação Científica Construction method for gypsum plaster Board partition. Goiás, GO, 2016.

KISS, Paulo. **Pensando Leve.** 2015. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br>. Acesso em Set 2020.

LAFARGE, B.V. **Sistema Lafarge:** Painéis de Gesso – Manual técnico de paredes e forros. 2013

LUCA, C. R. de. Panorama sobre a produção de gesso acartonado no Brasil e no Mundo; In: Seminário de Soluções Tecnológicas Integradas - paredes de gesso acartonado e sistemas complementares, VI, São Paulo, 12 e 13 de abr. 2013, **Anais.** São Paulo, PINI, 2013

MALAFIA, Maurício. **Casa com frame de madeira e paredes de OSB.** 2018. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/casa-com-frame-de-madeira-e-paredes-de-osb-80610-1.aspx>> Acesso em 08.09.2023

MARTINS, FILHO, L. A. Sistema drywall atende à norma de desempenho. [S.l.] Texto disponibilizado em 22 setembro 2015. Disponível em: <http://www.drywall.org.br/artigos.php/1/45/sistema-drywall-atende-a-norma>. Acesso em 08.09.23

NETO, M. **Gesso acartonado e isolamento acústico:** teoria versus prática no Brasil. São Paulo: clACS, 2013. p.3-p.12.

NUNES, Heloia Palma. **Estudo da aplicação do Drywall em edificação vertical, do curso de Engenharia Civil da UTFPR.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015

PINTO, Edana Moura. **Proteção contra incêndio para habitações em madeira.** 2017. 143 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

LESSA, Silvana Maria. **Conheça as vantagens e desvantagens do Drywall antes de escolher sua parede.** 2015. Disponível em: <<http://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/noticias/redacao/2015/04/16/conheca-as-vantagens-e-desvantagens-do-drywall-antes-de-escolher-sua-parede.htm>> Acesso em 08.09.23

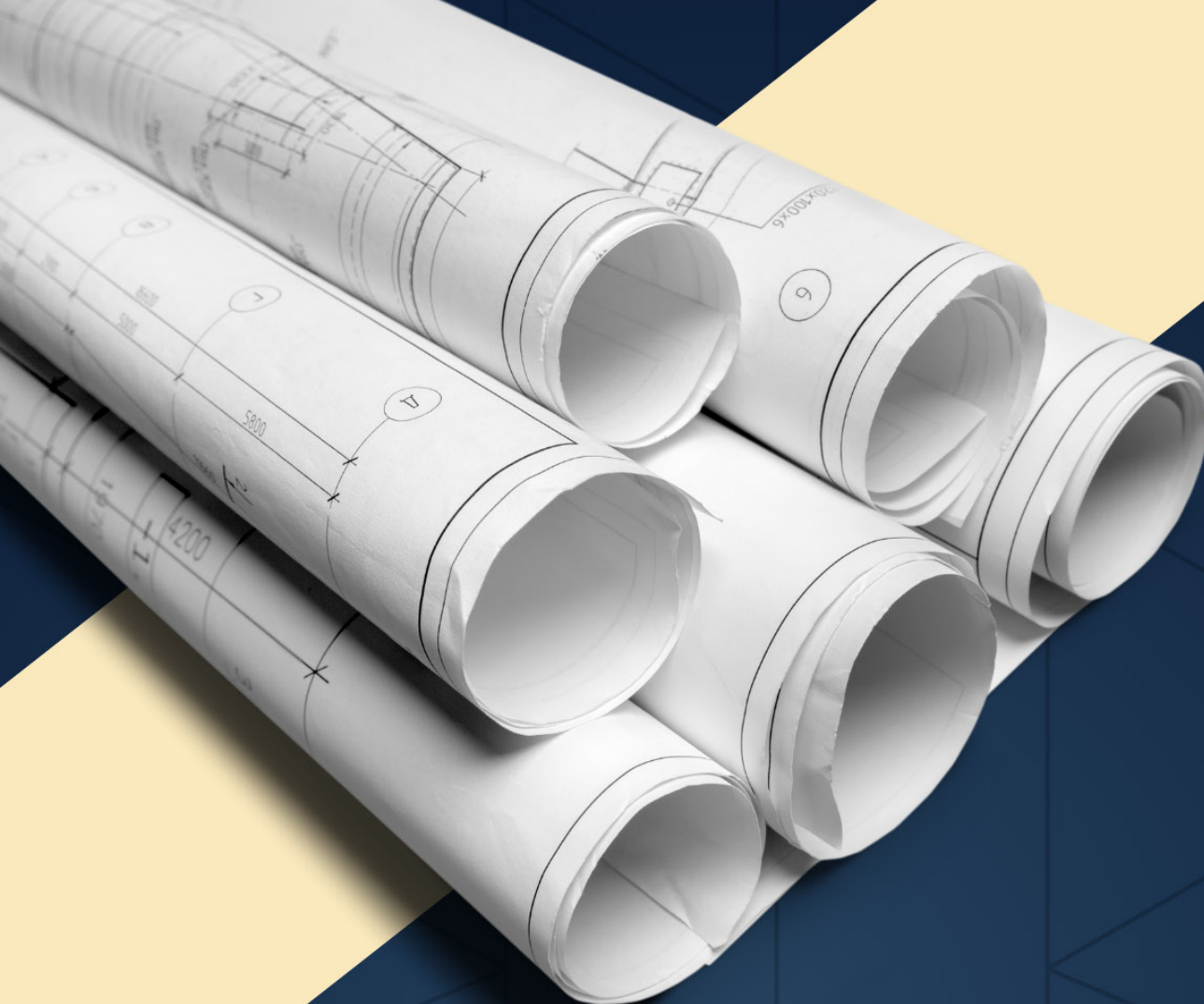
SILVA, Silvana Aparecida. **Recomendações de Projeto para a Casa de Madeira Construída com Painéis sanduíches de Chapa de Compensado:** visando Atingir o Conforto Térmico no Clima de São Carlos-SP. 2014. Trabalho apresentado no III ENECS – Encontro Nacional Sobre Edificação e Comunidades Sustentáveis. Bauru, SP, 2014.

RODRIGUES, Sayonara Montenegro. **Estudo de um compósito de matriz cerâmica com carga de recicláveis para o uso na construção civil.** 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

VASCONCELLOS, Mercia Maria Bottura de. **Especificação de perfis para drywall e light steel framing.** In: Contribuição tecnocientífica ao Construmetal 2016 – Congresso Latino-americano da Construção Metálica. Tema: Construções leves estruturadas em aço. São Paulo: Construmetal, 2015

VIEIRA, Rubens Junior Andrade de. **Diretrizes de Projeto para Produção de habitações Térreas com Estrutura Tipo Plataforma e Fechamento com Placas Cimentícias.** 2016. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.





37

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
VIGAS E PILARES DE CONCRETO
ARMADO**

**PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN REINFORCED
CONCRETE BEAMS AND PILLARS**

Lucas dos Santos Sousa
Jose Átila Matos Aroucha Júnior
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O artigo científico em questão aborda as patologias do concreto armado e seu impacto adverso nas estruturas de viga e pilar. O objetivo geral da pesquisa foi demonstrar propostas eficazes para prevenir a ruína nessas partes fundamentais das estruturas de concreto armado. Ao longo do estudo, foram identificados diversos problemas, como fissuras, corrosão de armaduras e deslocamento do concreto, que comprometem a integridade das vigas e pilares. A análise aprofundada dessas patologias revelou a importância de medidas preventivas e soluções inovadoras para fortalecer as estruturas. O artigo discute estratégias como a seleção adequada de materiais, técnicas de construção avançadas e manutenção regular para evitar danos significativos. No decorrer da pesquisa, foi evidenciado que as patologias do concreto armado nas vigas e pilares não apenas comprometem a estabilidade estrutural, mas também têm um impacto direto na segurança das edificações e, conseqüentemente, na segurança das pessoas que as utilizam. Fissuras e corrosão, por exemplo, podem minar a capacidade de carga das estruturas, aumentando significativamente o risco de colapsos, especialmente em situações de sobrecarga ou eventos sísmicos. Sendo este, apresentado por uma revisão bibliográfica através de artigos, monografias e livros publicados sobre o tema abordado, encontrados no google acadêmico. A implementação dessas propostas não apenas assegura a integridade das estruturas de concreto armado, mas também promove a sustentabilidade, evitando desperdício de recursos na substituição prematura de elementos estruturais danificados. A colaboração entre engenheiros, arquitetos, construtores e pesquisadores é essencial para criar ambientes construídos mais seguros e duráveis, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável das cidades e comunidades.

Palavras-chave: Patologias. Vigas. Pilares. Concreto. Durabilidade.

Abstract

The scientific article in question addresses the pathologies of reinforced concrete and its adverse impact on beam and column structures. The general objective of the research was to demonstrate effective proposals to prevent collapse in these fundamental parts of reinforced concrete structures. Throughout the study, several problems were identified, such as cracks, corrosion of reinforcement and concrete spalling, which compromise the integrity of the beams and columns. The in-depth analysis of these pathologies revealed the importance of preventive measures and innovative solutions to strengthen structures. The article discusses strategies such as proper material selection, advanced construction techniques, and regular maintenance to prevent significant damage. During the research, it was evidenced that the pathologies of reinforced concrete in beams and pillars not only compromise structural stability, but also have a direct impact on the safety of buildings and, consequently, on the safety of the people who use them. Cracks and corrosion, for example, can undermine the load-bearing capacity of structures, significantly increasing the risk of collapse, especially in situations of overload or seismic events. This is presented by a bibliographical review through articles, monographs and books published on the topic covered, found on Google Scholar. The implementation of these proposals not only ensures the integrity of reinforced concrete structures, but also promotes sustainability, avoiding wasted resources on the premature replacement of damaged structural elements. Collaboration between engineers, architects, builders and researchers is essential to create safer and more durable built environments, thus contributing to the sustainable development of cities and communities.

Keywords: Pathologies. Beams. Pillars. Concrete. Durability.



1. INTRODUÇÃO

A busca incessante pelo desenvolvimento da construção civil para possibilitar atender-se a taxa de crescimento demográfico, seja de cunho habitacional, industrial, ou laboral, promoveu um grande salto científico e tecnológico. Tais avanços não acompanharam um controle de qualidade, permitindo o aumento dos casos de patologias, deixando-se evidente as manifestações patológicas no concreto armado. Entende-se por patologia, o estudo da doença, bem como sua origem, manifestação, e consequência, sendo muito utilizado na área das ciências.

Identificar-se as causas de determinado problema, em qualquer âmbito, ajuda a entender e a elaborar maneiras não só de corrigir-se, mas também, de evitar-se que reincida em outras obras. Sendo estes problemas de simplicidade menor, que os reparos são suficientes, ou de preocupação maior, que possam até mesmo condenar a edificação, sendo que, todos eles possuem seu grau de impacto no edifício, tornando sua vida útil e sua segurança comprometidas.

Por conseguinte, tendo em vista que o concreto armado é uma das técnicas mais utilizadas no mundo todo, por ter um bom custo-benefício em consonância com resistência e facilidade de manuseio, apresentou-se nos últimos anos falhas intensivas no seu aspecto estrutural e químico, com vários fatores que podem interferir na sua estrutura, apresentando patologias.

A presente pesquisa objetiva apontar a relevância do cumprimento das normas e utilizá-las como ferramenta pelos profissionais da área, a fim de evitar-se danos à edificação, sendo eles visuais, funcionais ou estruturais, nas quais se não forem cumpridas, levará a erros de execução ou projeto implicando em falhas na estrutura. Sendo assim, tendo posse das análises e estudos de caso registrados em artigos, monografias e afins através de especialistas, pode-se fornecer a busca pelas soluções das problemáticas, tais quais, reduzem a vida útil do concreto armado, comprometendo a confiabilidade da edificação, e consequentemente pondo em risco as vidas de outrem.

O problema de pesquisa baseou-se em as patologias do concreto armado afetam negativamente as estruturas de viga e pilar?

O objetivo geral do trabalho foi demonstrar propostas para evitar a ruína nas vigas e pilares de concreto armado. Já os objetivos específicos foram: descrever as principais patologias manifestas nas estruturas e as causas das manifestações patológicas

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O método que será utilizado para o desenvolvimento do presente trabalho acadêmico categoriza-se por uma revisão bibliográfica. A revisão bibliográfica segundo Bastos e Ferreira (2016, p.140), é importante uma vez que favorece agregação de entendimento a cerca de um estudo a partir de material já sistematizado e publicado. Outrossim, para confecção dessa dissertação o material que fora utilizado trata-se de obras de outrem como: livros eletrônicos, artigos, monografias, dissertações, estudos do caso e resumos acerca do tema, todos os materiais foram achados através do google acadêmico com as palavras chaves: importância, causas, patologias, estruturas metálicas, estudo; os critérios de escolha das

obras que serviram como base são: os primeiros 30 artigos mais relevantes nos últimos 15 anos de publicação em ordem do mais citado para o menos citado.

2.2 Resultados e Discussão

De acordo com Souza e Ripper (1998), desde sua origem, o homem adapta-se as suas necessidades de construção, sejam elas habitacionais, laborais, industriais, ou de infraestruturas, visando modernizar suas técnicas construtivas, evoluir seus materiais, modernizar ferramentas, construir máquinas capazes de facilitar a produção e diminuir o uso de insumos e mão de obra, dentre outros. Por conseguinte, a humanidade acumulou ao longo dos anos uma biblioteca científica, que permitiu o desenvolvimento da tecnologia das construções, abrangendo todas as áreas acerca dos materiais utilizados e suas respectivas técnicas de uso e construção.

Predeterminar o comportamento de um componente estrutural requer o estudo avançado de sua microestrutura, que será conhecida através de pesquisas experimentais e simulações de teoria e experimentos comportamentais desenvolvidos para a estrutura acumulados ao longo dos anos de pesquisas e evolução dos materiais das construções. O uso correto de tal material deve ser otimizado ainda em fase de projeto, fazendo a escolha de acordo com as funções de cada estrutura, em consonância com o conhecimento do seu desempenho a respeito das suas solicitações de uso e do meio que está inserido e exposto durante sua vida útil (BERTOLINI, 2016).

Ainda de acordo com Bertolini (2016), ao longo da construção da edificação, deve-se prever o controle de qualidade envolvendo não só os materiais utilizados no canteiro de obras, como também suas corretas utilizações objetivando obedecer às diretrizes formuladas em projeto, geralmente consistindo em testes para verificar as propriedades destes em relação ao seu comportamento e utilização. No que tange a vida útil, será necessário fiscalizar a evolução de sua degradação (se houver), verificando se mantém-se em um nível aceitável, prevendo um sistema de monitoramento permanente em caso de grandes edificações, permitindo constatar-se os efeitos do tempo relacionados ao seu desempenho dos materiais utilizados ou de todo o edifício.

Segundo Sousa e Ripper (1998). Denomina-se Patologias das Estruturas, um novo campo da engenharia civil responsável por estudar as origens, manifestações, consequências e degradação das estruturas. Existem casos e casos, de patologias, as mais simples não necessitam alto conhecimento do profissional para serem resolvidas, já os problemas mais complexos, não identificáveis por mecanismos convencionais, requeira um estudo individualizado, sendo então necessário profundos conhecimentos aplicados.

Mediante a necessidade de inovações, em busca de acompanhar o crescimento acelerado da construção, aceitou-se riscos maiores ainda que limitados, posto que, normatizados de várias formas, aumentou-se o conhecimento em diversas áreas sobre as estruturas e os materiais que as compõem. Ainda assim, inevitavelmente surgiram falhas, fazendo com que determinadas obras apresentassem resultados insatisfatórios, e esse complexo conjunto de fatores que denominam-se “patologias”, nas quais, deterioram as estruturas, podendo ser desde envelhecimento natural, até falha humana (erros de projeto, execução, ou materiais de baixa qualidade), sendo que esse último, por razões econômicas (SOUZA; RIPPER, 1998).

“A degradação dos materiais é produzida pela interação físico-química do ambiente com os materiais; estas interações podem ocorrer apenas depois do movimento dos agen-

tes agressivos no interior do ambiente ou do material” (BERTOLINI, 2016, p. 31).

Surge-se a partir de 1980 a mudança de opinião a respeito de compreender-se a importância da prevenção do colapso das estruturas em concreto armado, anteriormente, as opiniões comuns em torno dos elementos construtivos, eram de que seriam estruturas duráveis e imunes a degradação, mesmo quando expostas a agentes agressivos e feitas sem cuidados específicos. Por conseguinte, a ação ambiental nas edificações, são capazes de progressivamente danificar tanto o concreto, quanto a armadura, podendo ser por exemplo de natureza física (temperatura), química (substâncias presentes no ambiente), biológica (abrasão) ou mecânica (cargas aplicadas) (BERTOLINI, 2016).

Segundo Norma, (NBR 6118/142, item 14.4.1.1) vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante”, elemento linear é aquele em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominado barra. Outrossim, ainda de acordo com norma, (NBR 6118/142, item 14.4.1.2) Pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes e cuja função principal é receber as ações atuantes nos diversos níveis e conduzi-las até as fundações.

De acordo com Bertolini (2016), grande parte das transformações dos materiais oriunda do transporte de calor e das consequências desse acerca as propriedades influenciáveis. Dentre eles, destacam-se os tijolos e concreto, que possuem uma estrutura composto principalmente de poros de várias dimensões, nas quais, pode-se penetrar substâncias agressivas presentes no ambiente, base para a maior parte da degradação que caracterizam esses elementos, proporcionando negativamente diversas transformações, exemplos disto são: umidade, condensação capilar, transporte de massa, difusão, percolação, migração elétrica, e etc.

Acerca das armaduras, devido ao complexo conjunto de fatores que justificam uma corrosão no concreto armado, o profissional vê-se diante de um problema que não é fácil nem rápido de corrigir. Entende-se por corrosão, a interação de um componente com o meio ambiente associadas ou não às atividades fisiológicas, e como resultado dessa relação, ocorrem alterações na sua microestrutura causando degeneração, manifestadas por intermédio de manchas, fissuras no cobrimento de concreto, redução da secção, e perda de aderência entre concreto e armadura. Entre outras palavras, comprometendo totalmente a segurança dessa estrutura. (HELENE, 1993)

Ao decorrer da vida útil de uma edificação, podem ser detectadas falhas no seu desempenho, tais falhas ocorre, principalmente devido a erros de projeto, execução ou até mesmo ações externas que têm um grau de expectativa maior. Os problemas patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos nos quais o edifício não foi projetado para tal ou não é capaz de adaptar-se (CÓIAS, 2006).

Segundo Vitorio (2003), um dos sintomas mais comuns é o aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras e fendas, sendo que:

- a) Fissura é uma abertura em forma de linha que aparece nas superfícies de qualquer material sólido, proveniente da ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5mm.
- b) Trinca é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de evidente ruptura de parte de sua massa, com espessura de 0,5mm a 1,00mm.
- c) Rachadura é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, podendo-se “ver”

através dela e cuja espessura varia de 1,00mm até 1,5mm.

Fenda é uma abertura expressiva que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de acentuada ruptura de sua massa, com espessura superior a 1,5mm

Apesar do aumento de ocorrências patológicas e a necessidade de intervir em determinadas partes das obras, não possui no Brasil uma sistematização que registre e ajude a identificar as ocorrências acerca do número total de empreendimentos com problemas patológicos, uma vez que, somente em caso de catástrofe, vem a conhecimento dos profissionais publicamente, não possuindo uma avaliação da problemática (MILITITSKY *et al.*, 2015).

O Institution of Structural Engineers (1989) classifica as consequências dos deslocamentos das construções segundo: Aparência visual: São perceptíveis e antiestéticos, causando desconforto visual, provocam desaprumos e inclinações, mas a depender do caso e utilização não oferecem risco à integridade e segurança da obra. Utilização e função: Admite-se deformações a depender da utilização do edifício. Recalques excessivos podem inclusive romper tubulações, inverter declividade de pisos, desgastar elevadores, dentre outros problemas. A função que desempenha a estrutura, também, determina sua deformação admissível. Estabilidade e danos estruturais: Ainda que os limites de deformações atendam os aspectos normatizados, e geralmente garantam estabilidade a obra que comprometam sua seguridade, uma estrutura pode colapsar totalmente, mesmo sem apresentar previamente fissurações visíveis.

A terapia e a escolha dos materiais e da técnica de correção para recuperação do concreto armado dependerá do diagnóstico do problema, e poderá incluir reparos pequenos, ou até mesmo a recuperação completa da estrutura, posteriormente, é importante adicionar um programa de manutenção levando em consideração tanto a relevância da edificação, quanto a vida útil e as condições na qual está exposta na natureza, torna-se cada vez mais comum a necessidade de reparar ou restaurar estruturas, por diversas razões como: esbeltez das peças, cargas mais elevadas, ambientes agressivos, valor do imóvel e etc. (HELENE, 1988). A correção da patologia dependerá da região a ser corrigida e da função que desempenha o elemento em questão, por exemplo, se submetido a cargas pouco tempo depois, será necessário utilizar resina epóxi ou poliéster ou argamassas para períodos mais longos.

No que tange os pilares e vigas em concreto armado, ambos possuem armadura, sendo um dos componentes que mais apresentam patologias, como a corrosão. De acordo com Helene (1992), consiste em três etapas, sendo elas:

- a) efetuar uma limpeza minuciosa, quebrando todo o concreto solto e danificado, se possível com jato de areia, inclusive das camadas de óxidos/hidróxidos das superfícies das barras;
- b) caso detectar-se perda de seção transversal de alguma parte da armadura, será importante fazer ancoragem química em algumas partes, e nas outras partes será necessário fazer a inserção de novas armaduras longitudinais e novos estribos;
- c) reconstruir o cobrimento das armaduras com concreto bem adensado, com o objetivo de impermeabilizar a estrutura, livrando de oxigênio e agentes agressivos, fazer a recomposição da área da seção de concreto original e por fim, garantir a manutenção da capa passiva do aço.

Segundo Aranha (1994), a técnica de intervenção dependerá da gravidade da situação, podendo ser recuperativo, de reparo, de reforço, ou em últimos casos, de substituição, onde:



Recuperar a estrutura situa-se em devolvê-la a segurança, aumentando seu desempenho frente as agressões e condições de uso, ampliando a sua vida útil com pequenas ações intervencionistas. O Reparo compreende-se em restituir o nível original de segurança ou funcionalidade da estrutura, implicando na existência de algum dano ocorrido, nesta fase já existem manifestações patológicas prévias. O reforço engloba aumentar a capacidade da estrutura após ter sido executada, e não implica necessariamente em patologias ocorridas, outrossim, na necessidade vista pelo projetista de incrementar resistência acima do projetado a obra. Por fim, a Substituição compreende a demolição parcial ou total, e a posterior execução de um novo elemento ou de parte de uma estrutura de concreto, geralmente utilizado quando não é possível solucionar o problema com as ações anteriormente citadas, ou seja, a estrutura já se encontra totalmente comprometida.

Segundo Norma, (NBR 6118:2008, item 5.1.), durabilidade é a capacidade de que a estrutura tem de resistir às influências do ambiente inserido previstas e definidas pelo autor do projeto estrutural e o cliente, ainda na elaboração do projeto. Concomitante a esta mesma norma, as estruturas de concreto devem atender aos requisitos mínimos de qualidade classificados, e aos requisitos estabelecidos, mantendo-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada.

Indubitavelmente, o concreto armado tornou-se o método construtivo mais utilizado em comparação às suas alternativas, um dos fatores para isso, é a capacidade de duração dos seus componentes, no entanto, estes materiais interagem com o meio ambiente de forma que, com o passar do tempo serão desgastados. Por tanto, o concreto será considerado durável se manter a resistência acerca da sua utilização para o qual foi projetado, uma vez que a indústria não promove inovações devido os impactos econômicos gerados, como qualquer material é finito, este também é, deve-se levar o conhecimento gerado por pesquisas ao setor construtivo, com o intuito de não só preservar a vida humana de acidentes ocasionados pela falta de manutenção, como também, diminuir a necessidade desta manutenção, que após um certo período causará cada vez mais gastos ao utilizador (RIBEIRO, 2014).

Acerca da vida útil de uma edificação, programa-se em projeto sua durabilidade de acordo com o requerimento do cliente, sem que haja necessidade de excesso de manutenções durante sua utilização, preservando sua utilidade, considera-se para a maior parte dos edifícios comuns uma vida útil de 50 anos, e de 75-100 anos para obras de maior relevância. Definindo-se os requisitos de duração da obra, será necessário garantir sua resistência a degradação pelo menos por aquele período definido, no que tange a prevenção, começa no projeto, continua na construção e se estende até a utilização (manutenção) (BERTOLINI, 2016).

De acordo com Andrade (1998), um concreto durável não é garantia de durabilidade à estrutura, pois apesar de suas características serem importante, é apenas um dos aspectos que influenciam na vida útil, destacando-se, ainda, detalhes arquitetônicos e construtivos, deformabilidade da estrutura, cobrimento da armadura, entre outros.

3. CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo sobre as patologias do concreto armado e seu impacto nas estruturas de viga e pilar destaca a urgência de abordar esses problemas de forma proati-

va e inovadora. A pesquisa revelou a complexidade dos desafios enfrentados pela construção civil, especialmente no que diz respeito à durabilidade e segurança das edificações. As propostas apresentadas, que envolvem a adoção de novos materiais, técnicas avançadas de construção e práticas de manutenção preventiva, oferecem soluções viáveis e eficazes para evitar a ruína prematura das vigas e pilares de concreto armado.

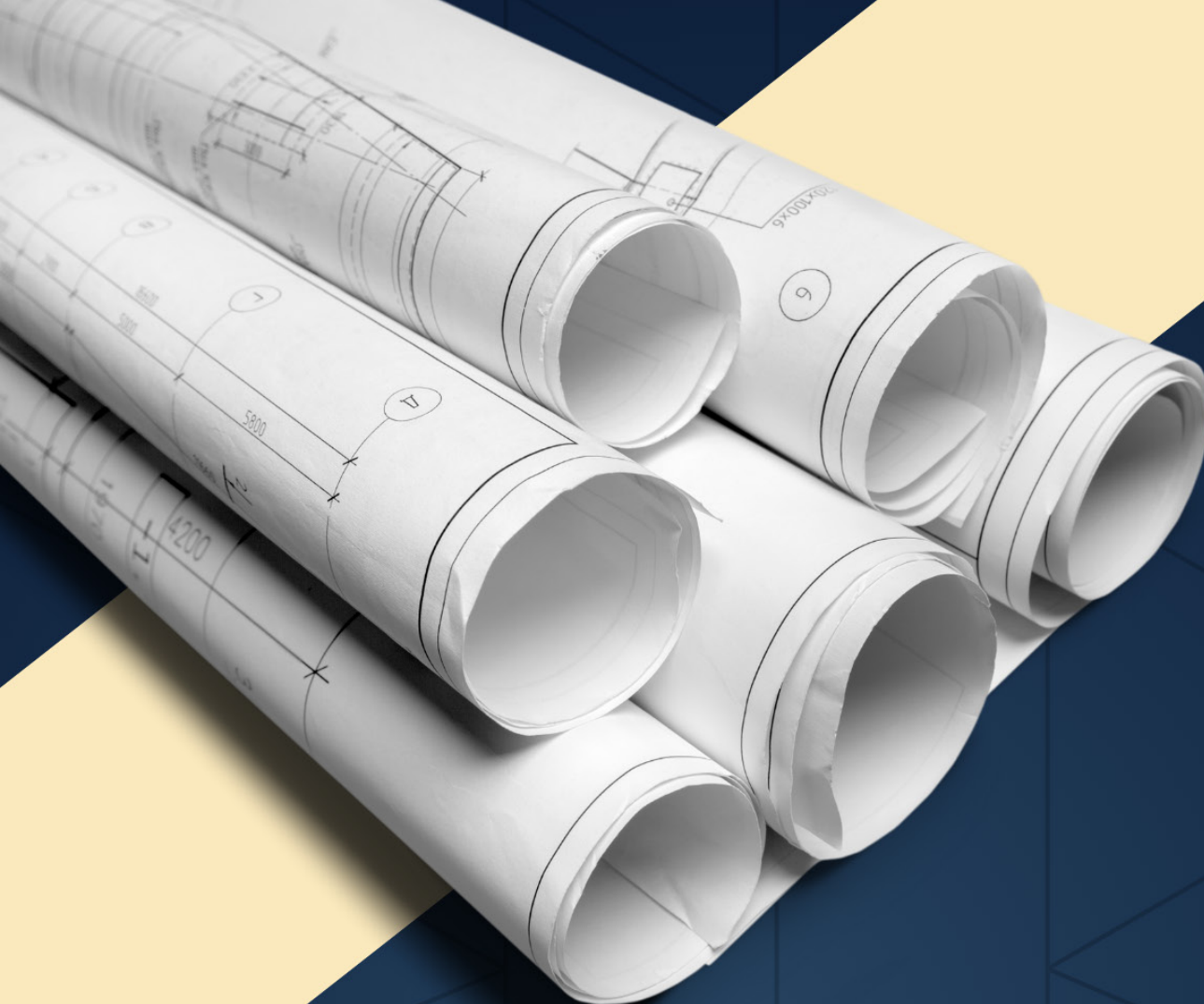
É fundamental reconhecer a importância da colaboração entre profissionais do setor, pesquisadores e formuladores de políticas para implementar essas soluções de maneira ampla e consistente. Além disso, a conscientização dos stakeholders, incluindo engenheiros, arquitetos e construtores, desempenha um papel central na promoção de práticas construtivas mais seguras e sustentáveis. A implementação dessas medidas não apenas garantirá a integridade das estruturas, mas também contribuirá para a construção de ambientes urbanos mais seguros, resilientes e duráveis, beneficiando as gerações presentes e futuras.

Em última análise, investir na prevenção das patologias do concreto armado é investir no desenvolvimento sustentável e na segurança das comunidades ao redor do mundo, portanto é importante aprofundar a pesquisa a respeito do tema, estudando as relações entre as patologias no concreto armado e suas principais causas, visto que, a durabilidade das estruturas contribui ativamente na segurança da sociedade, que correspondem a uma necessidade básica de todas as pessoas.

Referências

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.
- ANDRADE, C.; GONZALEZ, J.A. Tendencias Actuales en la Investigación sobre Corrosion de Armaduras. **Informes de la Construcción**, v. 40, n. 398, p. 7-14, nov. dic. 1988.
- ARANHA, P.M.S. **CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO NA REGIÃO AMAZÔNICA**. Porto Alegre, 1994, 9 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BERTOLINI, Luca. **Materiais de Construção: Patologia, Reabilitação e Prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2016.
- CÓIAS, Vítor. **Inspeções e Ensaio na Reabilitação de Edifícios**. Lisboa: IST PRESS, 2006.
- HELENE, Paulo. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo, IPT, PINI, 1986.
- HELENE, Paulo. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1992.
- HELENE, Paulo. **Manual Prático para Reparo e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo, 1988.
- MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cezar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.
- RIBEIRO, Daniel. **Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise**. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2014.
- SOUZA, V. C. M., RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- THE JOURNAL OF THE INSTITUTION OF STRUCTURAL OF ENGINEERS. **The Structural Engineer**, Estados Unidos da América: Legare Street Press, 2021.
- VITÓRIO, Afonso; **Fundamentos Da Patologia Das Estruturas Nas Perícias De Engenharia**. Recife: IBAPE, 2003.





38

NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575: OBSTÁCULOS NO ATENDIMENTO AO DESEMPENHO ACÚSTICO

**PERFORMANCE STANDARD NBR 15575: OBSTACLES IN
MEETING ACOUSTIC PERFORMANCE**

**Jaqueline Rosa Costa
Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Ronaldo de Jesus Barros**

Resumo

O Conforto acústico ganhou relevância tanto no âmbito educacional quanto na indústria da construção civil devido aos impactos da poluição sonora nas áreas urbanas, afetando a qualidade de vida e as interações sociais. A Norma Técnica Brasileira NBR 15575:2013 conhecida como Norma de Desempenho, estabelece critérios para garantir o conforto acústico em edificações habitacionais. No entanto, construtoras enfrentam desafios como escassez de materiais, falta de empresas especializadas e mão de obra qualificada, além de custos adicionais. Muitas empresas ainda não se adaptaram completamente aos padrões da norma, destacando a necessidade contínua de investimento em pesquisa, formação profissional e inovação tecnológica. As pesquisas bibliográficas demonstram que muitas construtoras ainda não conseguiram se adaptar completamente aos padrões da norma, ressaltando, assim, a necessidade contínua de investimento em pesquisa, formação profissional e inovação tecnológica para garantir a conformidade com os padrões estabelecidos e aprimorar a qualidade das moradias construídas. Foram aplicadas na base de dados do Google Acadêmico, a Scientific Electronic Library Online (SciELO), as palavras-chave para refinar as buscas com base na temática do estudo, utilizou-se termos como “Conforto Acústico”, “Desempenho Acústico”, “Norma de Desempenho”, “NBR 15575:2013” e “Construção Civil”. Os estudos e pesquisas científicas sobre o conforto ambiental acústico tem crescido devido ao aumento da exposição da sociedade ao ruído no cotidiano. Com o avanço tecnológico na construção civil, é vital expandir as pesquisas e publicações sobre os novos materiais disponíveis no mercado e sua eficácia, mantendo os projetistas atualizados.

Palavras-chave: Acústica, Conforto, Normativo, Qualidade, Requisitos.

Abstract

Acoustic comfort has gained relevance both in the educational sphere and in the construction industry due to the impacts of noise pollution in urban areas, affecting quality of life and social interactions. The Brazilian Technical Standard NBR 15575:2013, known as the Performance Standard, establishes criteria to guarantee acoustic comfort in residential buildings. However, construction companies face challenges such as shortages of materials, lack of specialized companies and qualified labor, as well as additional costs. Many companies have not yet fully adapted to the standard's standards, highlighting the continued need for investment in research, professional training and technological innovation. Bibliographical research shows that many construction companies have not yet managed to completely adapt to the standards of the standard, thus highlighting the continued need for investment in research, professional training and technological innovation to ensure compliance with established standards and improve the quality of homes built. Keywords were applied to the Google Scholar database, the Scientific Electronic Library Online (SciELO), to refine the searches based on the study theme, using terms such as “Acoustic Comfort”, “Acoustic Performance”, “Performance Standard”, “NBR 15575:2013” and “Civil Construction”. Scientific studies and research on acoustic environmental comfort have grown due to society's increased exposure to noise in everyday life. With technological advances in civil construction, it is vital to expand research and publications on new materials available on the market and their effectiveness, keeping designers up to date.

Keywords: Acoustics, Comfort, Normative, Quality, Requirements.



1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora nas grandes cidades tem causado diversos transtornos à população mundial, dentre os mais graves estão os problemas que afetam a saúde e a qualidade de vida dos cidadãos. Para trazer um conforto acústico às edificações, os construtores buscam diversos métodos e materiais que tem como objetivo melhorar a qualidade das moradias, garantindo o conforto e a segurança aos usuários. No entanto, nem sempre esses materiais são encontrados nas cidades onde se pretende construir. A escassez de materiais adequados, a falta de empresas especializadas e até mesmo a ausência de mão de obra qualificada em algumas cidades, são algumas das dificuldades enfrentadas por profissionais e construtores na hora de garantir aos moradores a qualidade e a segurança dos empreendimentos, por esses e outros motivos é que a sociedade acadêmica e diversos profissionais do ramo abordaram o tema com frequência na atualidade.

O crescimento da concorrência no ramo imobiliário trouxe uma importante consequência, a busca por produtos de qualidade, que ofereçam não apenas segurança às moradias e sim, que agregue valor, trazendo conforto térmico, lumínico e acústico aos usuários. A norma técnica NBR 15575:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2013) também conhecida como norma de desempenho é uma norma técnica Brasileira que estabelece requisitos e critérios de desempenho para edificações habitacionais pela associação Brasileira de normas técnicas (ABNT,) é aplicável a projetos e construções de edifícios residenciais, sejam eles de caráter unifamiliar (casas) ou multifamiliar (edifícios de apartamentos).

A abordagem do tema se deu pelo fato de as empresas construtoras enfrentarem uma série de dificuldades na aplicação da norma, ela se tornou uma referência no Brasil, ajudando a melhorar a qualidade de moradias e a proteger os direitos dos proprietários e ocupantes. Diante de suas aplicações, tornou-se relevante investigar a aplicação do item desempenho acústico nas obras das edificações, visto que a poluição sonora atinge diversas pessoas em várias cidades do país. A indústria da construção civil está cada vez mais moderna e os clientes estão cada vez mais informados e exigentes, eles buscam por produtos de qualidade, que ofereçam segurança, conforto térmico e acústico entre outros, e para atender às exigências dos usuários é que foi criada a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2013), porém há um longo caminho a ser percorrido para adequação total das construtoras aos requisitos da Norma. Quais são os principais obstáculos na aplicação da norma de desempenho acústico?

O presente trabalho visou contribuir com a comunidade científica e sociedade em geral no que diz respeito à norma de desempenho acústico com o fim de analisar as principais dificuldades enfrentadas pelos profissionais e construtores na aplicação da mesma, pois trata de assuntos pertinentes à execução de obras com segurança e qualidade, que garantam o conforto aos usuários a curto, médio e longo prazo. O trabalho não teve a pretensão de esgotar o assunto, visto ser o mesmo vasto e com aplicações em diferentes situações. O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma análise abrangente das dificuldades encontradas na aplicação da Norma de Desempenho NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2013). Em complemento, visou-se identificar e listar os obstáculos específicos que surgem durante esse processo, abarcando questões como falta de conhecimento técnico e inadequação de recursos. Esses objetivos, tanto o geral quanto os específicos, são fundamentais para compreender os desafios enfrentados e buscar soluções que promovam uma implementação eficaz da norma técnica no contexto da construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Neste trabalho, conduziu-se uma revisão bibliográfica com o intuito de analisar os desafios enfrentados no cumprimento dos requisitos de desempenho acústico estabelecidos pela Norma de Desempenho NBR 15575:2013 no contexto da construção civil brasileira. A pesquisa realizada é do tipo qualitativa e descritiva, não exploratória, não quantitativa, não experimental, não estudo de caso e não envolveu a proposição de intervenções. O período dos artigos pesquisados compreendeu os trabalhos publicados nos últimos dez anos (2014 a 2024), a fim de abranger estudos relevantes e atualizados sobre o tema. A busca foi realizada em diversas bases de dados, incluindo-se apurações de artigos científicos, livros, monografias, dissertações e demais publicações encontradas em *websites* especializados em construção civil e normatização. Entre as bases consultadas destacam-se o Google Acadêmico, a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), bibliotecas virtuais e repositórios institucionais de universidades brasileiras.

Selecionou-se palavras-chave para refinar as buscas com base na temática do estudo, utilizou-se termos como “Conforto Acústico”, “Desempenho Acústico”, “Norma de Desempenho”, “NBR 15575:2013” e “Construção Civil”. Esses termos foram combinados de maneira a garantir uma abordagem abrangente e específica em relação aos objetivos da pesquisa. A análise dos trabalhos encontrados foi realizada de forma sistemática, avaliando-se a relevância de cada fonte em relação ao tema proposto e identificando-se os principais obstáculos relatados na literatura em relação ao cumprimento dos requisitos de desempenho acústico da norma. Os resultados obtidos foram então sintetizados e discutidos de forma a proporcionar *insights* sobre os desafios enfrentados.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Conforto Acústico em Legislações e Pesquisas

No Brasil, as primeiras medidas legais contra a poluição sonora remontam a um decreto datado de 6 de maio de 1824, que abordava os problemas causados pelos ruídos dos carros de bois, sujeitando os infratores a penalidades que incluíam multas, prisão e, se o responsável pelo ruído fosse um escravo, castigos físicos. A legislação seguinte a tratar desse assunto foi a conhecida como Lei das Contravenções Penais (Decreto-lei nº 3.668, de 3 de outubro de 1941). Mais tarde, o ruído excessivo passou a ser reconhecido como um potencial agente nocivo nos ambientes de trabalho pela Portaria nº 3.214, Norma Regulamentadora nº 15, emitida pelo Ministério do Trabalho em 1978. No entanto, apenas com a promulgação da Lei 8231/91, regulamentada pelo Decreto 611/92, o ruído foi oficialmente reconhecido como causador de doenças profissionais. Atualmente, em nível federal, a legislação brasileira sobre controle da poluição sonora é principalmente atribuída ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelecido em 1981, com a responsabilidade de discutir e regulamentar questões ambientais (CRUZ *et al.*, 2019).

A procura por estudos e pesquisas científicas sobre o conforto ambiental acústico é imprescindível, considerando que a sociedade está cada vez mais exposta ao ruído em seu cotidiano, muitas vezes sem perceber. Portanto, a busca pelo conforto acústico em residências e ambientes de trabalho torna-se uma necessidade crescente. Investigações sobre esse tema são essenciais, uma vez que o desempenho acústico desempenha um papel fundamental na qualidade dos espaços construídos. Com o avanço contínuo da tecnologia



na construção civil, torna-se crucial a expansão de pesquisas e publicações que abordem os novos materiais disponíveis no mercado, bem como sua eficácia, para manter os projetistas atualizados (ARAÚJO; FERREIRA; LISBOA, 2021).

Nos últimos anos, tem havido um crescente interesse no desempenho acústico do ambiente construído no Brasil. Esse interesse é impulsionado por debates acadêmicos, refletidos no aumento das publicações sobre o tema, bem como nas revisões e adaptações das normas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Além disso, a evolução digital tem proporcionado aos consumidores um acesso cada vez maior a informações. Apesar dessas discussões em ascensão, ainda há lacunas na prática. Nota-se que o conforto acústico não recebe a devida atenção durante a fase de projeto, especialmente em residências de baixo custo, como as habitações de interesse social. As consequências percebidas durante a utilização dessas residências incluem o desconforto dos moradores, o que impacta diretamente em sua qualidade de vida. Portanto, é fundamental considerar o conforto acústico como um diferencial para agregar valor aos produtos no mercado da construção civil (FERREIRA; RIBAS; PAULA, 2020).

2.2.2 Norma de Desempenho (ND): Caracterização da NBR 15575

O conceito de desempenho das construções, amplamente debatido e reconhecido internacionalmente, diz respeito ao comportamento ao longo do tempo de uso de uma edificação. Uma construção deve exibir características que assegurem a realização dos propósitos para os quais foi projetada, considerando as condições específicas de exposição e utilização. A importância desse conceito está diretamente ligada à ideia de que uma construção, desde a fase de planejamento até sua conclusão, deve primordialmente satisfazer as necessidades essenciais para o conforto e bem-estar dos seus usuários (COSTELLA, 2018).

Habitações populares são uma das grandes especialidades da construção civil, sendo uma das áreas, no Brasil, que se tornou campo para aplicação de técnicas construtivas inovadoras. Dentre essas técnicas, pode-se citar metodologias criadas para a avaliação das habitações construídas, meio pelo qual muitas habitações foram qualificadas com resultados indesejados em relação às demandas de projeto, por exemplo, construções repletas de patologias e com os materiais de sua estrutura desempenhando vida útil inferior às previsões de projeto, isto é, problemas estruturais que se manifestam pouco depois da construção finalizada (SCHULTE, 2020).

O setor da construção civil brasileiro, particularmente no segmento habitacional, sofre importantes mudanças em termos de aumento da competitividade entre empresas incorporadoras. Um dos marcos nesse sentido foi a entrada em vigor da NBR 15575 (COTTA; ANDREY, 2018).

Conhecida como “Norma de Desempenho (ND)”, a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2013) trouxe a expectativa de relevantes mudanças no setor imobiliário, fazendo com que cada vez mais os usuários buscassem por empreendimentos de qualidade, que ofereçam não apenas imóveis com ótima estética, mas que garantam conforto e durabilidade ao empreendimento. Segundo Souza, Kern e Tutikian (2018), a implantação de políticas públicas para diminuir o déficit habitacional e fomentar a indústria da construção civil impulsionou um crescimento e aquecimento do setor, porém a maioria das habitações apresentavam patologias e péssimas condições de uso.

A partir do ano 2000, a Caixa Econômica Federal financiou um projeto com base no

conceito de desempenho para criar um método de avaliação de sistemas construtivos inovadores. Isso resultou na publicação da NBR nº 15.575/2010 em 2010. Esta norma foi submetida a discussão pública e revisões, entrando em vigor em 2013 como NBR nº 15.575/2013, também conhecida como Norma de Desempenho (ND). A norma teve impacto significativo nas práticas de projeto, construção e na cadeia de fornecedores.

A ND tem como objetivo exigir que edificações habitacionais apresentem bom desempenho e sejam adequadas às demandas dos usuários. A mesma norma estabelece critérios quantitativos e qualitativos ou premissas e processos de avaliação que permite que seu cumprimento seja conferido (ABNT, 2013). Dessa forma, a NBR 15575 conduz as empresas construtoras a implementarem e monitorarem critérios de desempenho com intuito de aperfeiçoar seus sistemas construtivos, assim, as empresas construtoras assumem os padrões da ND como referência para seus sistemas construtores e, em decorrência do cumprimento desses padrões, as construções têm a assumir melhor qualidade. Segundo Souza, Kern e Tutikian (2018, p. 129), “o desempenho desses sistemas depende das características dos materiais utilizados e suas ligações, das técnicas construtivas empregadas e da capacitação da mão de obra executiva”. Tais critérios podem ser estabelecidos em três níveis, sendo eles mínimo, mediano e máximo (MIRANDA, 2017). Essas afirmações são enfatizadas também pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2013, p.10).

A norma de desempenho NBR 15575 estabelece parâmetros, objetivos e critérios mensuráveis. Seu propósito é disciplinar as relações entre os agentes da cadeia econômica (rastreadabilidade), reduzir a incerteza associada a critérios subjetivos (perícias), fortalecer as proteções do Código de Defesa do Consumidor, fomentar a competição saudável e fornecer um meio de distinguir entre empresas. A avaliação do desempenho dos sistemas construtivos representa um avanço significativo para o setor, abrindo caminho para a melhoria contínua de todos os envolvidos na indústria da construção civil (CBIC, 2013, p. 10).

É necessário ainda identificar que os critérios da norma possuem interdependência de acordo com a função e parte da edificação. Embora em vigor há 10 anos, com vasta bibliografia sobre o tema, muitas construtoras não conseguiram implementar as tecnologias existentes no mercado bem como avaliar o desempenho dos sistemas construtivos das edificações. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar as dificuldades em termos de critérios e avaliação de desempenho, e identificar os principais desafios na implantação da NBR 15575/2013 em edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares (SOUZA; KERN; TUTIKIAN, 2018).

A NBR 15.575/2013 é dividida em partes que se relacionam aos sistemas que compõem a edificação (estruturas, pisos, vedações, coberturas e instalações hidrossanitárias). O acompanhamento e o rastreio das etapas de execução do projeto são importantes para a constatação do cumprimento dos critérios no pós-obra (SANTOS, 2018). Nos aspectos de desempenho, a ND segue critérios técnicos em relação à (segurança estrutural, segurança contra incêndio, durabilidade, desempenho térmico, desempenho acústico e outros). Para a verificação do desempenho dos sistemas construtivos são realizados ensaios e testes com a emissão de laudos que comprovam a eficácia de cada sistema (CBIC, 2013).

Para os consumidores, a ND traz uma segurança maior na hora de adquirir seu imóvel visto que, baseado em seu escopo, os usuários conseguem constatar a qualidade de suas edificações através de comparação do que está sendo entregue com os critérios de aceitação da norma, já que buscam conforto, estabilidade, vida útil adequada da edificação, segurança estrutural e contra incêndio (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL, 2018). Está em evidência ampla abertura para a soma de esforços em prol da agregação de maior qualidade às habitações no Brasil, qualidade tal que se pode oportunizar a

utilização de recursos de forma otimizada e, conseqüentemente, agregar mais valores ao projeto (STIMAMIGLIO, 2023). Sendo múltiplos os requisitos de desempenho normalizados na ND NBR 15575, o presente trabalho limita-se a abordar o de desempenho acústico e as dificuldades de atender a seus requisitos.

Para atender aos requisitos da NBR 15575 em relação ao desempenho acústico, é fundamental aderir às partes 1, 3, 4 e 5 da norma. Os Requisitos Gerais da parte 1 fornecem uma série de diretrizes para cumprir os padrões da norma. Nesta seção, são delineadas as responsabilidades e obrigações de todos os envolvidos no processo, através de comunicações formais, solicitações e registros de garantia. A parte 3, requisitos para os sistemas de pisos, determina que os pisos devem contribuir para o isolamento térmico da edificação, ajudando a manter temperaturas confortáveis nos ambientes internos e a eficiência energética da construção. Quanto aos Sistemas de Vedação Vertical Interna e Externa definidos pela parte 4, é crucial que esses sistemas operem em conjunto com a estrutura, já que suportam as cargas decorrentes do uso da construção. Portanto, é necessário realizar uma avaliação conjunta do sistema de vedação, considerando informações, elementos e normas complementares, como molduras, janelas, pisos e instalações. Ao atender a essas especificações, é possível reduzir os ruídos nas habitações. No que diz respeito ao Sistema de Cobertura estipulado pela parte 5, as funções relacionadas ao desempenho acústico do sistema são classificadas em categorias, desde que cumpram os requisitos mínimos estabelecidos pela norma (RESENDE *et al.*, 2022).

2.2.3 Dificuldades no Atendimento à Norma de Desempenho NBR 15575

Pagliari *et al.* (2019) conduziram um estudo sobre a adoção da norma de desempenho por dez construtoras. Essas empresas, situadas na região oeste de Santa Catarina, foram acompanhadas durante um período de oito meses. Durante esse tempo, uma lista de verificação foi aplicada tanto na primeira quanto na última visita, com o propósito de avaliar a progressão das empresas e identificar as principais barreiras encontradas para cumprir os requisitos da norma. Os resultados do estudo destacaram que as dificuldades primárias enfrentadas pelas construtoras estavam associadas aos aspectos de desempenho estrutural, estanqueidade, durabilidade, manutenibilidade e, também, ao desempenho acústico.

Morais *et al.* (2018) investigaram se determinadas empresas de arquitetura aderiram às principais orientações estabelecidas pela NBR 15575 no que diz respeito ao desempenho acústico de construções residenciais. Foi observado que 85% das empresas estavam familiarizadas com a Norma de Desempenho. Entretanto, em relação ao desempenho acústico, apesar do reconhecimento da importância de considerar o ruído durante o projeto, nenhum entrevistado demandava medições de ruído no local ou utilizava ferramentas de *software* para avaliar o desempenho acústico. As dificuldades enfrentadas pelos arquitetos na adaptação dos projetos à Norma de Desempenho e a constatação da baixa conformidade com os requisitos de desempenho acústico foram os principais achados deste estudo.

Observando as constatações de Moraes *et al.* (2018) em seu estudo de caso, destacou-se que os projetistas revelaram falta de preparo e inconsistência ao afirmar considerar as condições do entorno, uma vez que aspectos como localização e formato do edifício, além da topografia e medições de níveis de ruído no local, não eram devidamente verificados. Os entrevistados apontaram como principais limitações para adequar os projetos às normas o custo associado à aquisição de materiais apropriados e a falta de conhecimento sobre a capacidade de isolamento de outros materiais.

Em uma observação de extrema seriedade, esses autores enfatizaram que os projetistas devem especificar o desempenho dos materiais a serem utilizados na execução do projeto, seguindo as diretrizes das normas prescritivas. Além disso, os construtores e/ou incorporadores devem exigir dos fornecedores de materiais a certificação quanto aos níveis de desempenho que atendem, garantindo assim a compatibilidade com o que foi especificado pelos projetistas. Se um material que não esteja em conformidade com a Norma de Desempenho for escolhido, a responsabilidade recairá sobre o projetista apenas se este não tiver especificado o desempenho no projeto. Caso contrário, a responsabilidade será do construtor e/ou incorporador, por não ter executado o projeto conforme as especificações (MORAIS *et al.*, 2018).

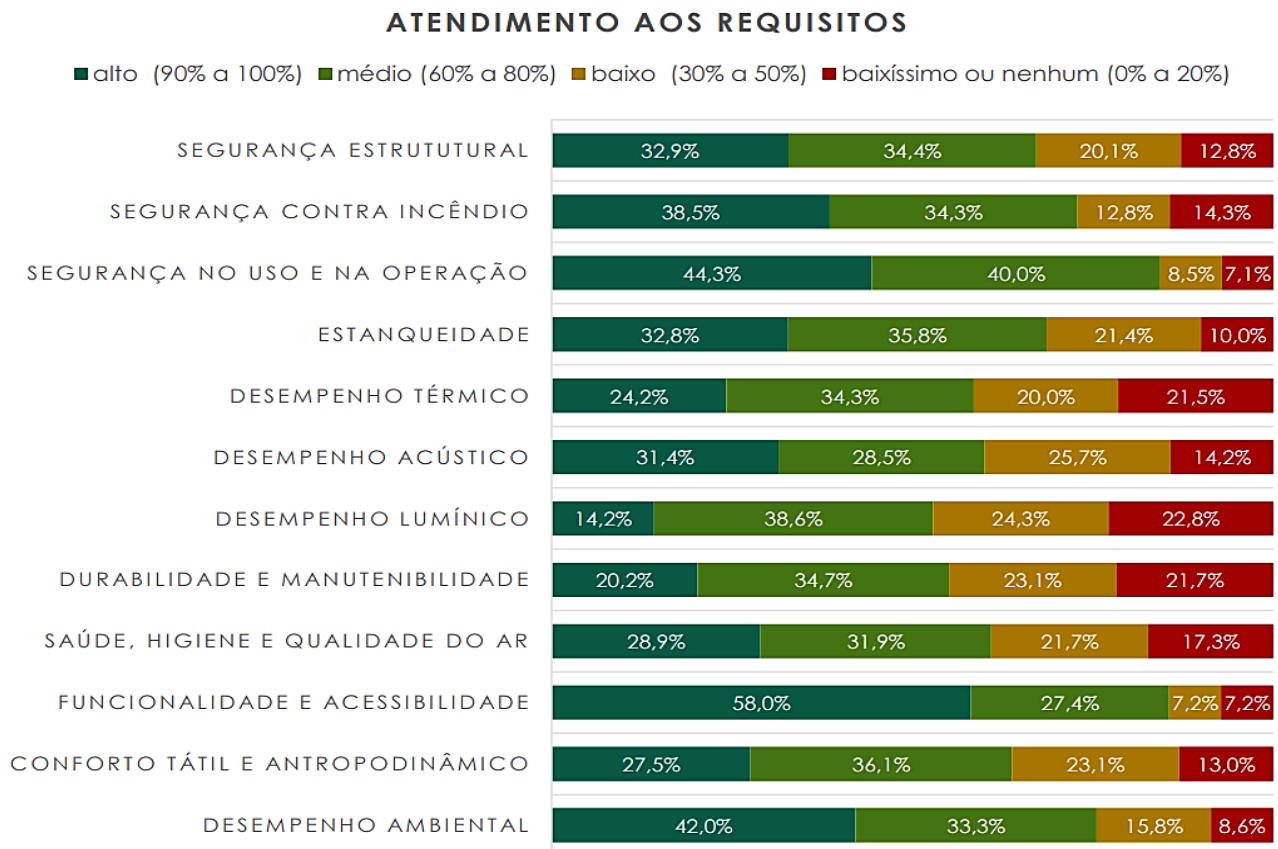
No que diz respeito às dificuldades em atender às exigências da NBR, uma pesquisa setorial conduzida pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2016) identificou que a falta de informações sobre materiais e componentes construtivos é o principal desafio, seguido pela escassez de laboratórios especializados na região e pelo aumento dos custos no processo. De acordo com o Quadro 1, como interpretado por Silva (2019) com base nos dados da mesma pesquisa, obtidos de um público composto por projetistas, construtoras e fabricantes, foram listados os principais obstáculos que impedem o cumprimento da norma.

Quadro 1. Dificuldades de atendimento segundo a CBIC

DIFICULDADES	% em relação às respostas de			
	Construtoras	Fabricantes	Projetistas	Geral
Falta de informações sobre materiais e componentes	72%	24%	70%	64%
Falta de laboratórios para a realização dos ensaios	58%	53%	27%	49%
Aumento de custo de projetos e/ou serviços	58%	41%	23%	47%
Desconhecimento ou desinteresse dos projetistas sobre a norma de desempenho	58%	35%	23%	46%
Falta de informações setoriais (cartilha) sobre o que deve ou não ser exigido dos fornecedores (projetos e materiais)	38%	53%	53%	44%

Fonte: Silva (2019)

O estudo conduzido por Otero e Sposto (2016) delineou a postura das empresas do setor de construção e incorporação em Goiânia diante dos parâmetros da Norma de Desempenho (ND). Eles constataram que as principais preocupações das empresas residiam nos critérios de desempenho acústico, térmico e na facilidade de manutenção das construções. No entanto, as empresas demonstraram possuir um entendimento mais consolidado em relação à segurança estrutural, funcionalidade e acessibilidade das edificações. A pesquisa setorial da CBIC (2016) também examinou se havia algum requisito normativo que fosse difícil de ser cumprido ou demonstrado, e observou-se que os requisitos mais frequentemente mencionados foram desempenho acústico e durabilidade. Por sua vez, o grau de atendimento aos requisitos de desempenho também foi avaliado pela CBIC (2016). O propósito desta avaliação foi determinar o progresso das empresas de construção e incorporadoras na aplicação efetiva dos requisitos da norma de desempenho em seus projetos. O gráfico exibido na Figura 1 mostra os percentuais de atendimento atribuídos pelos entrevistados em função de cada requisito de desempenho.

Figura 1. Grau de atendimento aos requisitos de desempenho

Fonte: CBIC (2016)

Nunes *et al.* (2021) conduziram uma revisão sistemática da literatura com o propósito de examinar a implementação da norma NBR 15575 – Desempenho de Edificações Habitacionais e seu impacto na indústria da construção civil brasileira. O estudo teve como meta identificar pesquisas correlatas à adoção da norma e analisar suas repercussões, especialmente no que se refere aos requisitos estabelecidos para satisfazer as demandas dos usuários, abrangendo aspectos relacionados ao conforto acústico. Os resultados destacaram que, apesar dos progressos já realizados, subsistem desafios significativos a serem superados para uma implementação mais efetiva da norma. Especificamente no que tange ao conforto acústico, essas investigações indicam a existência de obstáculos em cumprir de maneira satisfatória os requisitos estipulados pela norma. Uma das dificuldades principais identificadas está ligada à necessidade de ajustar os procedimentos de projeto e construção para assegurar a conformidade com os padrões de desempenho acústico exigidos.

Resende *et al.* (2022) estuaram as dificuldades enfrentadas pelas construtoras em relação ao cumprimento dos requisitos de desempenho acústico estabelecidos pela NBR 15575, que se tornou um parâmetro obrigatório para projetos executados a partir de julho de 2013. O resultado apontou que uma das principais dificuldades para implementar efetivamente essa norma está na falta de mão de obra qualificada em todos os níveis da construção, desde a equipe técnica até o pessoal de execução. Ao longo da abordagem desses autores, observa-se que a falta de qualificação abrange diversas áreas, como a seleção e instalação adequada de materiais de isolamento acústico, a correta execução de detalhes construtivos que garantam o isolamento sonoro entre unidades habitacionais e a realização de testes de desempenho acústico conforme exigido pela norma. A ausência de conhecimento e experiência nessas áreas pode resultar em projetos e construções que não atendam adequadamente aos requisitos acústicos, prejudicando o conforto dos mo-

radores.

Outro obstáculo está relacionado ao incremento de custos específicos para atender às exigências da norma. Profissionais destacaram a necessidade de utilizar materiais de melhor qualidade ou incluir elementos adicionais, como mantas nas paredes e lajes, para alcançar os requisitos de desempenho térmico e acústico. Isso resultou em um aumento de custo em comparação com o produto anteriormente utilizado. Além disso, no mercado ainda persiste uma preferência por custos iniciais mais baixos, mesmo que isso signifique comprometer a qualidade do ambiente construído e o custo total da edificação (NUNES *et al.*, 2021).

As empresas do ramo da construção enfrentam desafios consideráveis ao tentar atender aos critérios de desempenho acústico estabelecidos pela NBR 15575, especialmente devido à escassez de trabalhadores qualificados em todas as fases do empreendimento. Isso sublinha a importância de investir em treinamento e aprimoramento da equipe envolvida no processo construtivo, assegurando assim que os projetos estejam em conformidade com os requisitos de conforto acústico exigidos (NUNES *et al.*, 2021).

No estudo de caso de Gomes (2015), são sugeridas alternativas construtivas que podem ser integradas ao projeto visando à conformidade com a Norma de Desempenho (ND), com especial atenção aos aspectos específicos do desempenho acústico dos sistemas de vedação vertical, horizontal e cobertura. Estas propostas podem inclusive alcançar um patamar mais elevado de eficiência de desempenho. A introdução da NBR 15575 gerou alterações substanciais na maneira como os projetos são concebidos e realizados no Brasil, contudo, ressalta também a presença de desafios contínuos, particularmente relacionados ao conforto acústico das construções. Estes desafios sublinham a necessidade de investimentos em pesquisa, formação profissional e inovação tecnológica, visando assegurar a conformidade com os padrões estabelecidos pela norma e aprimorar a qualidade das moradias construídas (NUNES *et al.*, 2021).

3. CONCLUSÃO

Ao longo desta revisão bibliográfica, explorou-se os desafios enfrentados no cumprimento dos requisitos de desempenho acústico estabelecidos pela NBR 15575:2013. O objetivo deste estudo foi analisar o progresso das construtoras e incorporadoras na implementação desses requisitos em seus empreendimentos e identificar as dificuldades de atendimento aos requisitos de desempenho acústico. Observou-se que, apesar dos esforços em curso, ainda há obstáculos significativos a serem superados.

A partir das pesquisas revisadas, identificou-se que as principais dificuldades encontradas incluem a falta de mão de obra qualificada, a escassez de informações sobre materiais e componentes construtivos adequados, a ausência de laboratórios especializados na região, o aumento dos custos associados à conformidade com a norma, e a falta de medições de ruído no local e nas redondezas durante o processo de projeto. É importante ressaltar que este estudo tem limitações. A revisão bibliográfica pode não capturar todas as nuances do problema, e a disponibilidade limitada de pesquisas específicas sobre o tema pode ter restringido esta análise.

No entanto, esta revisão destaca a importância contínua de abordar os requisitos de desempenho acústico na indústria da construção civil. Recomenda-se que futuras pesquisas se concentrem em aspectos como desenvolvimento de materiais inovadores, melhoria da capacitação da mão de obra, e implementação de políticas governamentais que



incentivem a conformidade com as normativas de desempenho acústico. Em suma, embora nosso objetivo de analisar os desafios no cumprimento dos requisitos de desempenho acústico tenha sido abordado, reconhece-se que há espaço para mais investigações e ações práticas para promover avanços significativos nessa área.

Referências

ARAÚJO, Í. F.; FERREIRA, D. G.; LISBOA, D. T. Mapeamento da produção acadêmica sobre desempenho acústico em edificações. *In: Jornada Acadêmica das Engenharias*, 2., 2021, Governador Valadares. **Anais da Jornada Acadêmica das Engenharias**. Governador Valadares: UNIVALE, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15.575-1: Edificações habitacionais – Desempenho (Parte 1: Requisitos gerais)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Pesquisa setorial – Norma de desempenho: panorama atual e desafios futuros (Resumo executivo)**. São Paulo: Centro de Tecnologia de Edificações – CTE, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 308 p.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. Norma de reformas ABNT: conheça as regras para condomínios e moradores. **CAU/BR**, 2018. Disponível em: <https://caubr.gov.br/normadereformas/>. Acesso em: 05 nov. 2023.

COTTA, Ana Cláudia; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. As alterações no processo de projeto das empresas construtoras e incorporadoras devido à NBR 15575-Norma de Desempenho. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 133-152, 2018.

FERREIRA, D. G.; RIBAS, R. A. J.; PAULA, G. D. Desempenho acústico: parâmetros normativos x percepção da população. Estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1688-1705, 2020.

GOMES, João Eduardo Veloso. **Avaliação do desempenho de edifícios segundo a norma NBR 15575 adaptação ao caso de edifício reabilitado**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2015.

MIRANDA, Maria Aparecida de Oliveira. **Sustentabilidade nas normas para edificações habitacionais: uma análise da ABNT NBR 15575-desempenho, com o International Residential Code (IRC)**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

MORAIS, Gabriela Alves Tenório de. et al. O desempenho acústico e as empresas de projeto de arquitetura à luz da Norma de Desempenho. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

NUNES, Vitor Dias Lopes. et al. A implantação da norma NBR 15575 e seu impacto no setor de construção civil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 12, p. e021010-e021010, 2021.

PAGLIARI, Claudivana Sistherenn. et al. Dificuldades na implantação da norma de desempenho em construtoras de médio e pequeno porte no oeste de Santa Catarina. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 8, n. 2, p. 97-118, 2019.

RESENDE, Lucas Marques. et al. Desempenho acústico em edificações residenciais – ainda em 2022, construtoras não se adequaram a aplicação da Norma ABNT-NBR 15575. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e38711225984-e38711225984, 2022.

SANTOS, Paulo Ricardo Ramos. **Investigação da adaptação organizacional de construtoras de Aracaju à implantação da norma de desempenho**. 2018. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

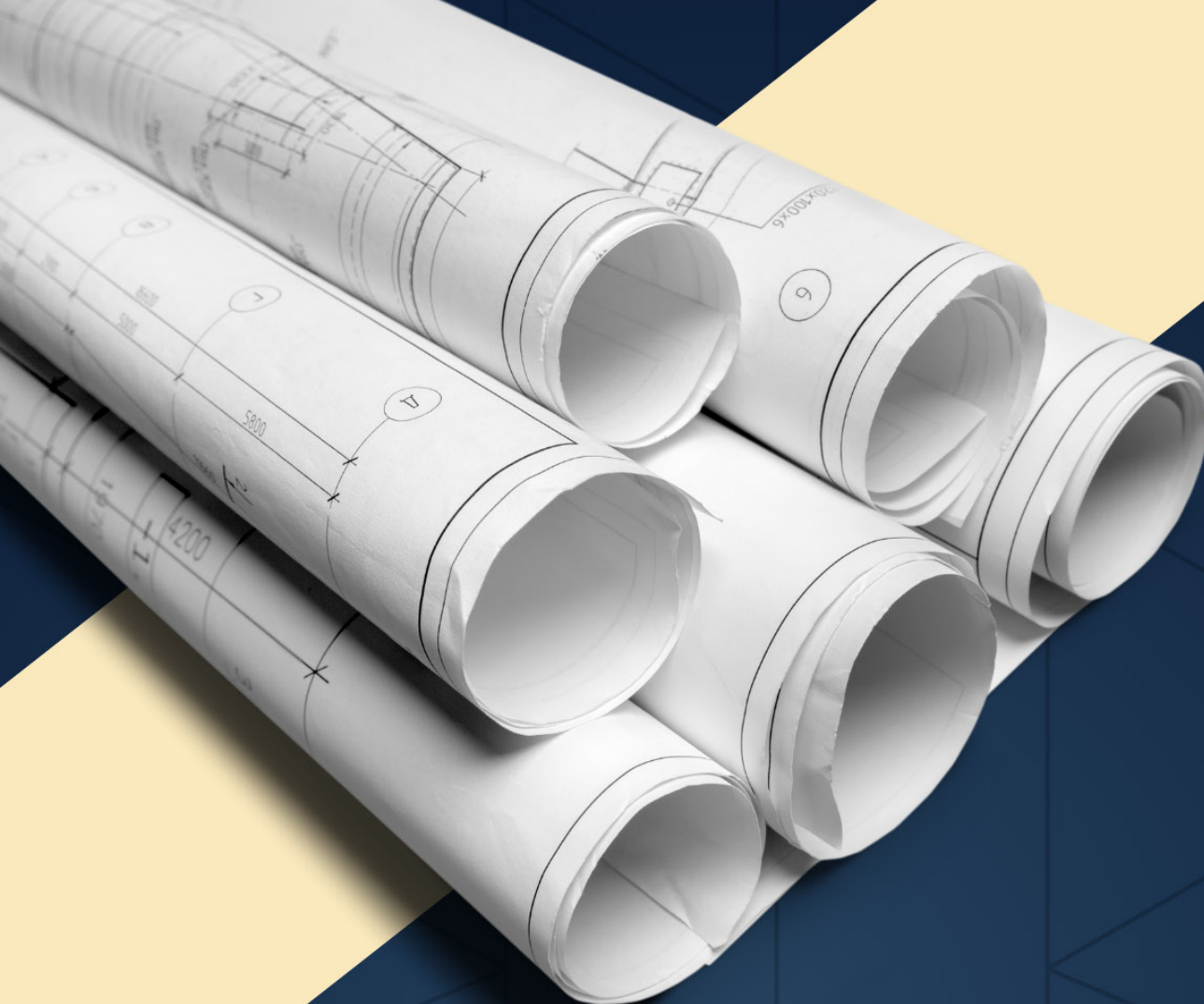
SCHULTE, Anielle Luine Perret. **Análise de compatibilização do uso de técnicas de bioconstrução em programas de habitação popular no contexto brasileiro do programa Minha Casa Minha Vida**. 2020. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SILVA, Jayane Nara Ferreira. **Panorama de uma construtora do município de Russas – CE acerca da implementação da Norma de Desempenho - NBR 15575**. 2019. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Russas, 2019.

SOUZA, Jonas Leonardo Pessanha de ; KERN, Andrea Parisi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. Análise quantitativa da norma de desempenho (NBR nº 15.575/2013) e principais desafios da implantação do nível superior em edificação residencial de multipavimentos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 13, n. 1, p. 127-144, 2018.

STIMAMIGLIO, Thiago Brunhaus. **Estudo de caso: Análise de patologias em edifício residencial de Porto Alegre-RS**. 2023. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre, 2023.





39

BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ENGENHARIA CIVIL

**BENEFITS OF IMPLEMENTING ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN CIVIL ENGINEERING**

Walisson Santos De Sousa

Resumo

Este artigo investiga a aplicação e os benefícios da Inteligência Artificial (IA) na Engenharia Civil, com foco em otimizar processos de planejamento, projeto e gerenciamento. A IA integrando-se a técnicas como a Modelagem da Informação da Construção (BIM), promete aprimorar a eficiência, precisão e segurança dos projetos de engenharia civil. Através de uma revisão bibliográfica abrangente, este estudo explora o potencial da IA em transformar práticas convencionais na Engenharia Civil, ressaltando desafios e benefícios econômicos. As conclusões apontam para uma significativa influência da IA na inovação dos métodos de trabalho, implicando em avanços significativos para a indústria.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Engenharia Civil. BIM. Otimização de Processos. Inovação Tecnológica.

Abstract

This paper investigates the application and benefits of Artificial Intelligence (AI) in Civil Engineering, focusing on optimizing planning, design, and management processes. AI, integrated with techniques such as Building Information Modeling (BIM), promises to improve the efficiency, accuracy, and safety of civil engineering projects. Through a comprehensive literature review, this study explores the potential of AI to transform conventional practices in Civil Engineering, highlighting challenges and economic benefits. The conclusions point to a significant influence of AI in the innovation of work methods, implying significant advances for the industry.

Keywords: Artificial Intelligence. Civil Engineering. BIM. Process Optimization. Technological Innovation.



1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil desempenha um papel fundamental na criação e manutenção da infraestrutura que sustenta a sociedade moderna. De estradas e pontes a edifícios e sistemas de água, os engenheiros civis enfrentam desafios complexos e multifacetados em cada projeto que realizam. Entretanto, com os avanços tecnológicos da era digital, uma nova e poderosa ferramenta promete revolucionar a maneira como a engenharia civil é concebida, projetada e construída: a inteligência artificial (IA).

A IA é uma disciplina interdisciplinar que combina conhecimentos de ciência da computação, matemática e engenharia, e está ganhando destaque como uma solução inovadora para uma ampla gama de problemas complexos em diversos setores. Na engenharia civil, a aplicação da IA é promissora para otimizar processos, melhorar a eficiência e a qualidade dos projetos e até mesmo prever e prevenir problemas antes que eles ocorram.

Nos últimos anos, a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na engenharia civil tem demonstrado um potencial transformador significativo. Pesquisas recentes mostram que a integração da IA com a Modelagem da Informação da Construção (BIM) otimiza processos e melhora a precisão e a segurança dos projetos. Estudos como os de Shen *et al.* (2019) destacam a capacidade da IA em aprimorar a coordenação de projetos e a utilização de recursos, promovendo economia de custos e tempo. Apesar dos desafios, como a necessidade de adaptação organizacional e capacitação, os benefícios potenciais tornam a IA indispensável para a inovação na engenharia civil.

Nesta era de transformação digital, é imperativo explorar e entender os benefícios que a IA pode trazer para a engenharia civil. Assim, o presente estudo

tem como objetivo compreender o impacto positivo da implementação da IA nesse campo dinâmico.

Para tanto, o trabalho caracterizado como revisão bibliográfica analisa tópicos relacionados à implementação da IA na engenharia civil, incluindo otimização de processos, análise preditiva, modelagem avançada e segurança de infraestrutura. Ao analisar criticamente as pesquisas relevantes, pretendemos fornecer uma visão geral abrangente das oportunidades e dos desafios apresentados pela adoção da IA no campo.

Ao examinar as principais contribuições da literatura acadêmica e dos projetos práticos, espera-se identificar as tendências emergentes, as lacunas de conhecimento e as direções futuras para a pesquisa e os aplicativos de IA na engenharia civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para conduzir essa pesquisa, será realizada uma revisão bibliográfica, seguindo critérios de seleção que incluem relevância, atualidade, credibilidade e diversidade das fontes. Consultou-se fontes confiáveis de revistas científicas, e artigos, com foco em artigos publicados nos últimos cinco anos.

Os resultados dessa pesquisa serão discutidos à luz dos objetivos estabelecidos para proporcionar uma compreensão mais profunda das implicações da IA na engenharia civil. Além disso, serão oferecidas recomendações práticas para profissionais e pesquisadores

interessados em implementar a IA nesse setor em rápido desenvolvimento.

A abordagem proposta assegura uma metodologia sistemática e organizada para a pesquisa qualitativa, garantindo que sejam devidamente investigados os prós e contras da inteligência artificial na engenharia civil, de forma robusta e fundamentada.

2.2 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na revisão bibliográfica evidenciam uma tendência de crescente adoção da Inteligência Artificial (IA) na engenharia civil, particularmente no que se refere à sua integração com a metodologia *Building Information Modeling* (BIM). Essa combinação tem se mostrado promissora na melhoria da eficiência e precisão dos processos de projeto e construção. Entre os principais benefícios identificados, destacam-se as melhorias na segurança do trabalho, a otimização no uso de materiais e a consequente economia de custos. Esses aspectos sublinham o potencial transformador da IA, capaz de revolucionar práticas convencionais e estabelecer novos padrões de desempenho e sustentabilidade no setor.

Contudo, apesar das vantagens evidentes, a pesquisa também aponta para desafios significativos na integração das tecnologias de IA nos fluxos de trabalho existentes na engenharia civil. Um dos obstáculos mais prementes é a necessidade de adaptação dos processos tradicionais para acomodar as novas ferramentas de IA, o que pode envolver mudanças estruturais e organizacionais. Além disso, a capacitação especializada surge como uma necessidade imperativa, dado que a eficácia da IA depende diretamente da habilidade dos profissionais em aplicar e gerir estas tecnologias de forma apropriada. Este cenário implica um investimento contínuo em formação e desenvolvimento profissional, essencial para o aproveitamento pleno das capacidades da IA na engenharia civil.

Neste contexto, a integração e o impacto da Inteligência Artificial (IA) na Engenharia Civil, com ênfase particular na sinergia entre IA e a metodologia *Building Information Modeling* (BIM). Autores como Russell e Norvig (2016) e Cheng e Teizer (2013) oferecem insights fundamentais sobre as capacidades da IA e suas aplicações práticas, estabelecendo um ponto de partida sólido para esta pesquisa. A escolha dessa abordagem permitiu uma exploração aprofundada dos benefícios e desafios associados à adoção da IA na engenharia civil, ancorada em evidências acadêmicas e casos de estudo relevantes.

Este processo permitiu a identificação de estudos significativos, como os de Shen *et al.* (2019) e Sacks *et al.* (2018), que discutem a otimização de projetos estruturais e a coordenação de projetos via IA, respectivamente. O rigor na seleção e análise dos materiais assegurou a coleta de dados confiáveis e abrangentes, fundamentais para a discussão dos resultados.

A abordagem qualitativa adotada facilitou a compreensão dos complexos mecanismos pelos quais a IA pode influenciar os processos de engenharia civil. A análise temática dos dados coletados permitiu não apenas a identificação de tendências emergentes, mas também a avaliação crítica das implicações dessas tendências para a prática profissional na engenharia civil. A discussão dos resultados foi enriquecida pela inclusão de múltiplas perspectivas, refletindo a diversidade e a riqueza do campo de estudo.

Os resultados obtidos destacam o potencial transformador da IA na engenharia civil, particularmente quando integrada à metodologia BIM. Esta sinergia, conforme discutido por Eastman *et al.* (2011), pode levar a melhorias significativas na coordenação de projetos e na gestão de recursos, corroborando a hipótese de que a IA pode otimizar os processos

na engenharia civil. Além disso, a revisão bibliográfica revelou um consenso em torno dos benefícios econômicos da IA incluindo a redução de custos e o aumento da eficiência, como ilustrado por Azhar (2011) e He *et al.* (2017).

No entanto, a pesquisa também identificou desafios significativos na integração da IA nos processos de engenharia civil existentes. A resistência à mudança e a necessidade de capacitação especializada emergem como barreiras potenciais, destacando a importância de estratégias adaptativas para superar esses obstáculos. Esses achados ressaltam a complexidade da adoção da IA na engenharia civil e apontam para a necessidade de abordagens inovadoras que considerem as especificidades do ambiente de trabalho e as dinâmicas da indústria.

A relação intrínseca entre a eficácia da IA na engenharia civil e a capacidade dos profissionais de se adaptarem a novas tecnologias. A integração bem-sucedida da IA requer não apenas avanços tecnológicos, mas também uma mudança cultural e organizacional dentro da indústria da construção civil. Este entendimento é apoiado por Freitas (2002), que enfatiza a importância das condições ambientais e das relações humanas na representação da realidade.

Os resultados obtidos com a hipótese inicial de que a IA pode otimizar significativamente os processos na engenharia civil, verifica-se uma confirmação parcial. Os benefícios identificados, especialmente em relação à eficiência e precisão proporcionadas pela integração da IA com a metodologia BIM, corroboram a hipótese. No entanto, os desafios identificados, particularmente os relacionados à integração tecnológica e à capacitação profissional, indicam que a realização plena do potencial da IA depende da superação dessas barreiras.

O *boom* tecnológico global levou o setor de engenharia e construção à vanguarda de uma nova era, na qual empresas de tecnologia iniciantes estão criando novos aplicativos e ferramentas que estão transformando a maneira como as empresas projetam, planejam e executam projetos, fornecendo software, hardware e recursos analíticos avançados (Mohanta; Das, 2023).

Como resultado, as empresas inovadoras estão eliminando muitos dos problemas que assolam o setor de engenharia civil há décadas, inclusive as dificuldades de compilar e compartilhar informações sobre projetos. Dada a crescente complexidade dos projetos de construção, essas melhorias chegam em um momento oportuno (Zhang *et al.*, 2022).

Embora a IA tenha fornecido soluções para controle de qualidade e otimização de processos de produção, ainda é necessário transferir esses estudos para o domínio da engenharia. Isso oferece uma oportunidade significativa para explorar e implementar tecnologias de IA no setor de engenharia, o que poderia melhorar significativamente a eficiência e a inovação dos processos tradicionais (Dbrucali *et al.*, 2022).

A integração da IA na construção civil está promovendo transformações significativas em diversas etapas do processo, proporcionando ganhos notáveis em eficiência e inovação. A IA simplifica a prática de compra de terrenos para incorporação imobiliária, conhecida como Landbank (Leon-Garza *et al.*, 2022).

Na Engenharia Civil, a IA é usada para otimizar projetos de construção, simulações de terremotos, gerenciamento de obras e até mesmo monitoramento de infraestrutura em tempo real. Drones equipados com IA auxiliam na inspeção de estruturas e auxiliam na manutenção preditiva, reduzindo riscos e custos (Růžička, *al.*, 2022).

Outro benefício crucial da IA é a implementação de sistemas de manutenção preditiva, que antecipam falhas de infraestrutura antes que ocorram, reduzindo o risco de fa-

lhas catastróficas e garantindo a segurança estrutural. Ao automatizar tarefas repetitivas e prever problemas, a IA reduz custos e encurta cronogramas de projetos, resultando em construções mais rápidas e econômicas (Hetemi; Ordieres-Meré; Nuur, 2020).

Outra aplicação da inteligência artificial na engenharia civil é na área de automação predial. Ao usar robótica e sistemas baseados em inteligência artificial, os engenheiros civis podem automatizar tarefas repetitivas e perigosas, como escavação, demolição e manutenção de materiais (Turner *et al.*, 2021).

Além dessas aplicações, a inteligência artificial também é utilizada na área da engenharia civil para enfrentar diversos desafios de sustentabilidade. Por exemplo, a ciência de dados pode ser utilizada para analisar os padrões de consumo de energia de um edifício e identificar oportunidades para melhorar a eficiência energética. A inteligência artificial pode ser usada para otimizar o projeto de sistemas de energia renovável, como turbinas eólicas e painéis solares, para maximizar a sua produção e minimizar o impacto ambiental (Hess *et al.*, 2016).

O gerenciamento inteligente de espaços usando sensores e inteligência artificial está transformando a manutenção de propriedades. A análise de dados pode otimizar custos reorganizando *layouts* de maneira eficaz, ajustando espaços de trabalho e fazendo recomendações de uso mais inteligentes. Algoritmos de aprendizado de máquina podem identificar padrões de consumo para desenvolver estratégias para reduzir o desperdício de energia. Esta abordagem não só reduz os custos operacionais, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável (Turner *et al.*, 2021).

No entanto, a adoção da inteligência artificial na engenharia civil enfrenta vários desafios. Um dos principais desafios são os grandes e diversos conjuntos de dados necessários para treinar modelos de aprendizado de máquina e desenvolver sistemas de inteligência artificial. A coleta e organização desses conjuntos de dados é demorada e cara, exigindo a colaboração de engenheiros civis, cientistas de dados e outras partes interessadas (Pan; Zhang, 2021).

De acordo com Dbrucaliet *et al.* (2022), outro desafio é a necessidade de especialização e conhecimento para desenvolver e implementar efetivamente essas tecnologias. Os engenheiros civis necessitarão de adquirir novas competências em ciência de dados e inteligência artificial, colaborando ao mesmo tempo com especialistas de outras áreas para garantir a integração bem-sucedida destas tecnologias nos seus projetos.

Em suma, a ciência de dados e a inteligência artificial estão a transformar o campo da engenharia civil, permitindo aos engenheiros resolver problemas complexos, otimizar projetos e melhorar os processos de tomada de decisão. Do monitoramento da saúde estrutural e automação da construção à sustentabilidade e otimização de recursos, essas tecnologias estão sendo aplicadas a todos os aspectos da engenharia civil (Leon-Garza *et al.*, 2022).

Nesse sentido, a aplicação do *Building Information Modelling* (BIM) mudou progressivamente a forma como as informações sobre o ambiente construído são criadas, armazenadas e comunicadas entre as diferentes partes interessadas (Darkoet *et al.*, 2020). As tecnologias digitais estão avançando ao incorporar a modelagem baseada em Inteligência Artificial (IA), como análise de dados, aprendizado de máquina, aprendizado profundo etc. (Boje *et al.*, 2020).

Nesse sentido, a automação do processo do projeto é uma importante área de pesquisa no setor de construção, com o potencial de reduzir significativamente o tempo, o custo e outros recursos envolvidos no ciclo de vida do projeto (Wang *et al.*, 2022).

A IA oferece uma grande variedade de oportunidades para aumentar drasticamente a produtividade por meio da análise de grandes quantidades de dados com rapidez e precisão. Além disso, os sistemas e as técnicas de IA podem resolver problemas práticos, complexos e não lineares e, uma vez programados, podem fazer previsões e generalizações em alta velocidade (Darko *et al.*, 2020).

As vantagens de integrar a IA podem ser um fator importante no processo de planejamento de projetos de construção e podem atuar como um verificador de risco automatizado em tempo real (Wang *et al.*, 2022). Nesse contexto, o objetivo deste documento é identificar os principais benefícios e desafios da integração do BIM e da IA e discutir futuras direções de pesquisa.

No contexto da Indústria 4.0, o setor de construção pode se beneficiar de inovações contínuas em digitalização e inteligência, levando a aumentos significativos em automação, produtividade e confiabilidade da análise de dados. As oportunidades decorrentes da aplicação da IA estão na modelagem da cadeia de valor da construção, incluindo planejamento, construção, operação e manutenção (Hess *et al.*, 2016).

No entanto, a adoção bem-sucedida dessas tecnologias requer a abordagem de desafios relacionados à coleta de dados, ao desenvolvimento de habilidades e à colaboração. À medida que o campo continua a evoluir, fica claro que a ciência de dados e a inteligência artificial desempenharão um papel cada vez mais importante na definição do futuro da engenharia civil (Musella *et al.*, 2021).

Os sistemas de IA também podem analisar imagens de canteiros de obras para identificar possíveis violações de segurança e garantir a conformidade com as normas de segurança, melhorando assim a segurança no local de trabalho. Além disso, os algoritmos de IA podem otimizar o gerenciamento de tráfego em áreas urbanas, reduzindo o congestionamento e melhorando a eficiência do transporte. Esses benefícios aumentarão muito a eficiência, a segurança e a sustentabilidade dos projetos de construção e infraestrutura (Leon-Garza *et al.*, 2022).

Com a aplicação da inteligência artificial na ciência da computação, a IA orienta os sistemas a detectar e aprender a percepção, a representação do conhecimento, o raciocínio, a resolução de problemas e as entradas de planejamento semelhantes às humanas (Pan; Zhang, 2021).

A inteligência artificial é a capacidade de um sistema de identificar, interpretar, raciocinar e aprender com os dados para atingir objetivos organizacionais e sociais predefinidos. A inteligência artificial abrange a capacidade de um sistema de interpretar corretamente dados externos, aprender com os dados e atingir metas e tarefas específicas adaptando-se de forma flexível às condições do projeto (Mikalef; Gupta, 2021).

As tecnologias de IA relacionadas ao BIM podem ser usadas para ampliar a funcionalidade dos sistemas de suporte ao projetista. A inteligência artificial pode interpretar automaticamente a compatibilidade de diferentes projetos. Além disso, dependendo das regras e restrições do projeto, os algoritmos de projeto podem ajudar a gerar soluções arquitetônicas alternativas, reforço de aço, componentes estruturais para fachadas ou painéis de madeira para edifícios residenciais modulares (Zhang *et al.*, 2022).

A análise dos resultados, à luz da problemática inicialmente proposta, sugere que a IA tem o potencial de otimizar os processos de engenharia civil, mas essa otimização está condicionada à capacidade da indústria de superar os desafios relacionados à integração tecnológica e à capacitação dos profissionais. Assim, embora a IA represente uma ferramenta valiosa para o avanço da engenharia civil, como destacado por Wu *et al.* (2020), a

sua implementação eficaz requer uma abordagem holística que considere tanto os aspectos tecnológicos quanto os humanos e organizacionais.

Os resultados mostram que a literatura relevante para o setor de construção explora e demonstra a viabilidade de automatizar o processo de projeto combinando BIM com IA por meio de dados. No entanto, essa literatura aponta para a necessidade de desenvolver linhas de pesquisa especializadas para formalizar o conhecimento no campo da automação, a fim de usar os dados BIM caso a caso em diferentes projetos de construção (Doukari; Seck; Greenwood, 2022).

As pesquisas que exploram a convergência do BIM e da IA têm como objetivo principal entender como essas tecnologias podem beneficiar o planejamento e o controle da construção, o controle de custos, a otimização do planejamento e o gerenciamento de instalações auxiliado por computador (Igwe et al., 2022).

A premissa principal é que o BIM pode ser usado como um ponto de fornecimento de dados e a IA pode interpretar os dados por meio de linguagens de programação para automatizar o processo de projeto, segurança, controle e otimização de recursos. As principais tecnologias discutidas nesta amostra de pesquisa incluem aprendizado de máquina, sistemas baseados em conhecimento, robótica, otimização, gêmeos digitais, *Internet das Coisas* (IoT), realidade aumentada e dispositivos automatizados (drones e robôs) (Dobrucali et al., 2022).

Com relação às novas tendências de pesquisa, recomendam-se estudos para avaliar tecnologias que possam aprimorar a aplicação de alternativas sustentáveis para edifícios, com base em diretrizes para certificações como a *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que estabelece requisitos detalhados para componentes de edifícios (Dbrucali et al., 2022).

A sustentabilidade da edificação pode ser avaliada em projetos BIM e, com a adoção de tecnologias de IA, essas informações da edificação ainda podem ser estimadas de forma automatizada e inteligente. Zhang et al. (2022) dão o exemplo de como essas estimativas podem ser usadas para avaliar automaticamente a utilização do concreto, por exemplo, para a elaboração de relatórios de sustentabilidade (Çetin; De Wolf; Bocken, 2021).

A IA na engenharia civil tem muitas vantagens significativas. Uma das principais vantagens é otimizar o processo de construção e o gerenciamento de projetos. A IA pode automatizar tarefas repetitivas, como a análise de dados e a criação de relatórios, permitindo que os engenheiros se concentrem em atividades mais complexas e criativas (Hetemi; Ordieres-Meré; Nuur, 2020).

Além disso, a IA pode melhorar a precisão e a eficiência do projeto estrutural. Usando algoritmos avançados, os engenheiros podem explorar várias opções de projeto para encontrar soluções mais eficientes e econômicas. Outra vantagem significativa é a capacidade da IA de prever e mitigar riscos. Ao analisar grandes conjuntos de dados históricos e em tempo real, os sistemas de IA podem identificar padrões e tendências que podem sinalizar possíveis problemas em um projeto. Isso permite que os engenheiros tomem medidas proativas para evitar atrasos e aumento de custos (Petrova et al., 2019).

Ao estender essas análises para o ciclo de vida do projeto, a IA pode ajudar nas análises relacionadas à eficiência energética e ao gerenciamento de instalações. Outra área emergente de pesquisa é a análise da cadeia de suprimentos, especialmente em cidades inteligentes (Mohanta; Das, 2023).

Pode-se argumentar que as informações geradas pelos projetos BIM permitem que as empresas de construção entendam melhor os custos, os materiais e os cronogramas do

projeto. No entanto, como algumas empresas ainda não utilizaram totalmente o BIM em seus projetos ou ainda estão enraizadas em modelos 2D, reconhece-se que o setor como um todo está nos estágios iniciais da transição para a automação de processos (Musella *et al.*, 2021).

2.2.1 Melhorias da I.A na Engenharia Civil

A utilização da IA na engenharia civil conduziu a várias melhorias que podem alterar e otimizar significativamente a indústria da engenharia civil. Ao analisar grandes quantidades de dados e ao considerar simultaneamente vários fatores, como materiais, custos, sustentabilidade e durabilidade, a IA pode criar projetos mais eficientes.

De acordo com Wu *et al.* (2020), algumas dessas melhorias são a Melhoria da concepção e do planejamento. Ao analisar grandes quantidades de dados e ao ter em conta simultaneamente vários fatores, como materiais, custos, sustentabilidade e durabilidade, a IA pode permitir uma concepção mais eficiente. Ferramentas como a Modelação da BIM, combinadas com a IA, podem criar modelos digitais precisos que simulam as várias fases de um projeto, facilitando a visualização e os ajustes antes da construção.

A inteligência artificial melhora consideravelmente a segurança no trabalho. Os sistemas de IA podem reconhecer padrões e prever possíveis riscos no local de trabalho para que possam ser implementadas medidas preventivas. O equipamento de segurança com inteligência artificial monitoriza continuamente o ambiente de trabalho, detecta condições perigosas e emite avisos.

2.2.2 Gestão de projetos mais eficiente

A gestão de projetos é otimizada através de uma previsão mais precisa dos custos e dos prazos. Os algoritmos de inteligência artificial analisam dados históricos e atuais para prever custos e prazos, ajudando a evitar derrapagens orçamentais e atrasos.

2.2.3 Monitorização e manutenção inteligentes

No domínio da monitorização e da manutenção, os sensores inteligentes equipados com inteligência artificial monitorizam o estado das estruturas em tempo real, detectando problemas como fissuras, corrosão ou deformação, de modo a que possam ser tomadas rapidamente intervenções preventivas.

2.2.4 Sustentabilidade e eficiência energética

Em termos de sustentabilidade e de eficiência energética, a IA ajuda a seleccionar e a utilizar materiais mais sustentáveis e a otimizar o consumo de energia dos edifícios. Os algoritmos podem otimizar a utilização de materiais, reduzir os resíduos e promover práticas de construção mais ecológicas.

2.2.5 Apoio avançado à decisão

A inteligência artificial pode fornecer apoio avançado à tomada de decisões, processando e analisando grandes quantidades de dados para fornecer informações valiosas. As ferramentas de IA podem prever o comportamento estrutural e os impactos ambientais para ajudar no planejamento e na gestão de projetos complexos.

2.2.6 Inovação tecnológica no setor da construção

A inteligência artificial promove inovações tecnológicas como a construção robotizada e a utilização de *drones*. Os robôs equipados com IA podem efetuar tarefas de construção de alta precisão, como a impressão de componentes em 3D e a montagem de estruturas complexas.

2.2.7 Melhoria da comunicação e da colaboração e Personalização do projeto

As ferramentas baseadas em IA facilitam a comunicação e a colaboração entre equipes, integrando diferentes fases do projeto e permitindo um fluxo de informação mais eficiente. A visualização de dados complexos é melhorada, facilitando a compreensão e a participação de todas as partes interessadas no processo de tomada de decisões.

3. CONCLUSÃO

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na engenharia civil é uma tendência crescente que traz muitas vantagens significativas para o setor de engenharia civil. Neste documento, exploramos as várias maneiras pelas quais a IA está mudando o processo de construção, o projeto estrutural, o gerenciamento de projetos e a segurança no local de trabalho.

A IA oferece uma oportunidade única de otimizar a eficiência e a precisão em todos os estágios de um projeto de engenharia civil. Desde a fase inicial do projeto até a manutenção preditiva da infraestrutura, os sistemas de IA estão revolucionando a maneira como os engenheiros enfrentam os desafios da construção.

A capacidade da IA de prever e mitigar riscos pode proporcionar benefícios tangíveis em termos de custos reduzidos e cronogramas de projeto mais curtos. Ao analisar dados em tempo real, decisões mais inteligentes e proativas podem ser tomadas, ajudando a evitar atrasos e problemas durante a execução do projeto.

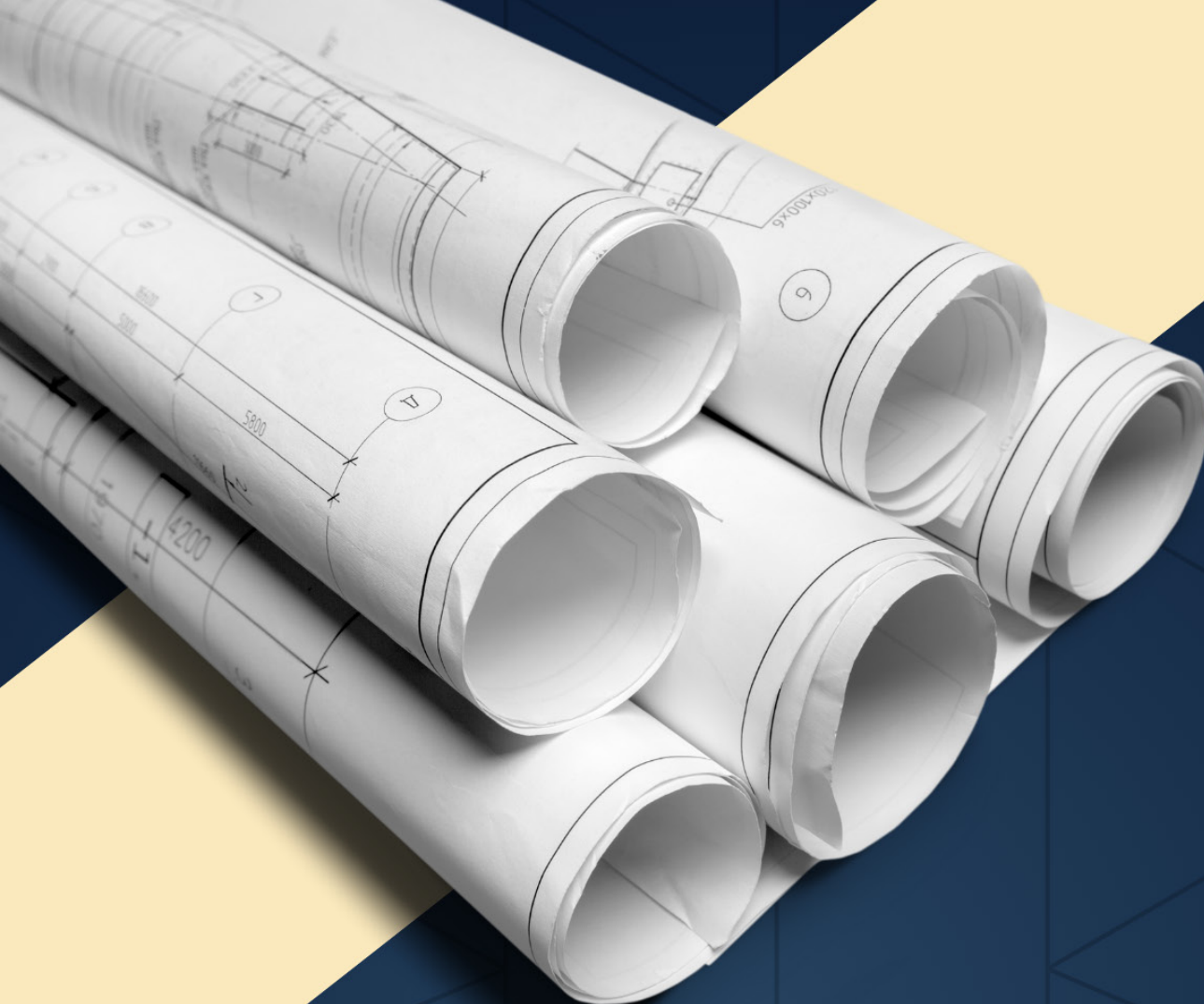
Assim, conclui-se que o uso da IA na engenharia civil representa uma mudança de paradigma que está levando o setor de engenharia civil a um futuro mais eficiente, seguro e sustentável. Ao aproveitar o poder da IA, os engenheiros podem enfrentar com confiança e inovação os desafios da construção e criar ambientes construídos que atendam às necessidades da sociedade moderna.



Referências

- AZHAR, Salman. Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011. Disponível em: [https://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127). Acesso em: 03 jun. 2024.
- BOJE, Calin. et al. Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 114, p. 103179, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580519314785>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- CHENG, Jackie; TEIZER, Jochen. Real-time resource location data collection and visualization technology for construction safety and activity monitoring applications. **Automation in Construction**, v. 34, p. 3-15, 2013.
- DARKO, Amos. et al. Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 112, p. 103081, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092658051930651X>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9117064/>.
- DOBRUCALI, Esra. et al. Investigating the impact of emerging technologies on construction safety performance. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-07-2022-0668/full/html>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- DOUKARI, Omar; SECK, Boubacar; GREENWOOD, David. The Creation of Construction Schedules in 4D **BIM**: A Comparison of Conventional and Automated Approaches. *Buildings*, [S. l.], v. 12, n. 8, p. 1145, 2022. Acesso em: 06 maio. 2024.
- EASTMAN, Charles et al. BIM handbook: **A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
- HE, B. J. et al. Integrating BIM and AI for intelligent building operations. **Building and Environment**, v. 125, p. 226-237, 2017.
- HESS, T. et al. Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. **MIS Quarterly Executive**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 123-139, 2016.
- HETEMI, Eral; ORDIERES-MERÉ, Joaquin; NUUR, Cali. An Institutional Approach to Digitalization in Sustainability-Oriented Infrastructure Projects: The Limits of the Building Information Model. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 9, p. 3893, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3893>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- IGWE, Uchenna Sampson. et al. Acceptance of contemporary technologies for cost management of construction projects. **Journal of Information Technology in Construction**, [S. l.], v. 27, p. 864-883, 2022. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2022/42>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- LEON-GARZA, Hugo; HAGRAS, Hani; PEÑA-RIOS, Anasol; CONWAY, Anthony; OWUSU, Gilbert. A type-2 fuzzy system-based approach for image data fusion to create building information models. **Information Fusion**, [S. l.], v. 88, p. 115-125, 2022. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1566253522000665>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- MIKALEF, Patrick; GUPTA, Manjul. Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance. **Information & Management**, [S. l.], v. 58, n. 3, p. 103434, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378720621000082>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- MOHANTA, Ashapra; DAS, Sutapa. Decision support system for the early stage of green building envelope design considering energy and maintainability. **Architectural Engineering and Design Management**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 163-182, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452007.2022.2094869>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- MUSELLA, Christian. et al. Building information modeling and artificial intelligence: Advanced technologies for the digitalisation of seismic damage in existing buildings. **Structural Concrete**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 2761-2774, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.20>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- PETROVA, Ekaterina; PAUWELS, Pieter; SVIDT, Kjeld; JENSEN, Rasmus Lund. Towards data-driven sustainable design: decision support based on knowledge discovery in disparate building data. **Architectural Engineering and Design Management**, [S. l.], v. 15, n. 5, p. 334-356, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452007.2018.1530092>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 3. ed. São Paulo: Elsevier, 2016.

- RŮŽIČKA, Jan. et al. **BIM and Automation in Complex Building Assessment**. *Sustainability*, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 2237, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2237>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- SACKS, Rafael et al. Construction project management: A BIM-based framework. **Automation in Construction**, v. 93, p. 1-11, 2018
- SHA, Huajing. et al. Overview of computational intelligence for building energy system design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S. l.], v. 108, p. 76–90, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032119301510>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- SHEN, X. et al. Application of artificial intelligence in civil engineering. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 25, n. 8, p. 858-867, 2019.
- TURNER, Christopher J.; OYEKAN, John; STERGIOULAS, Lampros; GRIFFIN, David. Utilizing Industry 4.0 on the Construction Site: Challenges and Opportunities. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 746–756, 2021.
- WANG, Hongxin. et al. BIM-based automated design for HVAC system of office buildings—An experimental study. **Building Simulation**, [S. l.], v. 15, n. 7, p. 1177–1192, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s12273-021-0883-7>. Acesso em: 06 maio. 2024.
- WU, P. et al. Artificial intelligence for buildings smarter infrastructure: Current international developments and future outlook. **Journal of Civil Structural Health Monitoring**, v. 10, p. 137-156, 2020.
- ZHANG, Fan. et al. Integrated application of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 139, p. 104289, 2022. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580522001625>. Acesso em: 06 maio. 2024.



40

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA PARA BOM DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO

**THE IMPORTANCE OF PREVENTIVE AND CORRECTIVE
MAINTENANCE FOR GOOD PERFORMANCE OF THE
BUILDING**

Jurandir Pinto Alves

Resumo

Este estudo destaca a importância da manutenção preventiva e corretiva para a integridade e eficiência das edificações. A manutenção preventiva, consistindo em intervenções programadas para antecipar e resolver falhas antes que se tornem críticas, é fundamental para manter a funcionalidade e prolongar a vida útil dos imóveis. Por outro lado, a manutenção corretiva, que se refere à correção de defeitos após sua ocorrência, é vital para resolver problemas emergenciais e evitar deteriorações maiores. O objetivo geral da pesquisa foi analisar a importância da manutenção preventiva e corretiva no desempenho da edificação. A pesquisa foi conduzida através de uma revisão bibliográfica, utilizando fontes como Scielo, Google Acadêmico, e revistas especializadas em engenharia civil, focando em literaturas publicadas nos últimos vinte anos. Esta análise mostrou que a falta de uma manutenção adequada pode levar a problemas estruturais graves, como trincas e fissuras, que comprometem a segurança dos ocupantes e reduzem significativamente o valor dos imóveis. Além disso, demonstrou-se que a adoção de normas técnicas, como as da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é crucial para garantir a eficácia das intervenções de manutenção, assegurando que as edificações mantenham suas características originais e atendam às expectativas de segurança e conforto dos usuários. Portanto, a manutenção das edificações não é apenas uma exigência técnica, mas uma prática essencial para a sustentabilidade e a valorização patrimonial no longo prazo.

Palavras-chave: Manutenção preventiva. Manutenção corretiva. Desempenho de edificações. Normas técnicas. Segurança em edificações.

Abstract

This study highlights the importance of preventive and corrective maintenance for the integrity and efficiency of buildings. Preventive maintenance, consisting of scheduled interventions to anticipate and resolve faults before they become critical, is essential to maintain functionality and extend the useful life of properties. On the other hand, corrective maintenance, which refers to the correction of defects after they occur, is vital to resolve emergency problems and prevent further deterioration. The general objective of the research was to analyze the importance of preventive and corrective maintenance in the performance of the building. The research was conducted through a bibliographical review, using sources such as Scielo, Google Scholar, and specialized civil engineering magazines, focusing on literature published in the last twenty years. This analysis showed that the lack of adequate maintenance can lead to serious structural problems, such as cracks and fissures, which compromise the safety of occupants and significantly reduce the value of properties. Furthermore, it was demonstrated that the adoption of technical standards, such as those of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), is crucial to guarantee the effectiveness of maintenance interventions, ensuring that buildings maintain their original characteristics and meet safety expectations and user comfort. Therefore, building maintenance is not just a technical requirement, but an essential practice for sustainability and long-term asset appreciation.

Keywords: Preventive maintenance. Corrective maintenance. Building performance. Technical standards. Security in buildings.



1. INTRODUÇÃO

A importância da manutenção preventiva e corretiva para o bom desempenho de uma edificação é um tema crucial no contexto da construção civil e da gestão predial. Edificações, sejam elas residenciais, comerciais ou industriais, estão sujeitas a diversos tipos de desgaste ao longo do tempo, como deterioração de materiais, falhas estruturais, problemas elétricos e hidráulicos, entre outros. A falta de manutenção adequada pode resultar em danos significativos, comprometendo a segurança, o conforto e a durabilidade do imóvel, além de gerar custos elevados de reparo (Pinto; Xavier, 2019).

Nesse sentido, a manutenção preventiva, que consiste em ações programadas e periódicas para identificar e corrigir possíveis falhas antes que se tornem problemas sérios, é essencial para garantir a integridade da edificação ao longo do tempo. Além disso, a manutenção corretiva, realizada após a identificação de uma falha ou dano, é fundamental para solucionar problemas emergenciais e evitar que se agravem (Moubray, 2017).

A relevância desse tema se evidencia na necessidade de promover a segurança dos ocupantes e a preservação do patrimônio construído, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica. A justificativa para a realização de uma manutenção adequada está na sua capacidade de evitar gastos excessivos com reparos emergenciais, prolongar a vida útil da edificação e proporcionar um ambiente seguro e confortável para seus usuários.

Qualquer tipo de edificação deve ter o seu plano de manutenção para que ela esteja sempre apta ao uso. As edificações são consideradas patrimônio imobiliário de um país, para isso devem ser preservadas e valorizadas a fim de manter o seu funcionamento, além de demandar segurança para os seus usuários. Dessa forma, a questão de pesquisa que orienta este estudo é: qual a importância da manutenção preventiva e corretiva no desempenho da edificação?

No objetivo geral do presente estudo buscou analisar a importância da manutenção preventiva e corretiva no desempenho da edificação. Além dos objetivos específicos são apresentar as características da manutenção preventiva e corretiva; identificar as consequências geradas pela falta de manutenção nas edificações. E por fim, apresentar a importância das normas na manutenção do desempenho das edificações.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2014 até 2023. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 20 anos, na língua portuguesa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características da manutenção preventiva e corretiva

Segundo a Norma Brasileira nº5674/14, a manutenção é de grande importância, pois, conserva e até mesmo recupera a funcionalidade de uma edificação, é uma gestão que

tem como objetivo preservar as características originais, evita perdas, garantindo assim um longo prazo de vida útil do imóvel. Portanto, a norma destaca que “são construídas para atender aos usuários durante muitos anos, e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais” (ABNT, 2014).

Monchy (2017), diz que, “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Mas, Kardec *et al.* (2019) acreditam que essa palavra significa algo que irá “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Nesse sentido, a evolução da manutenção organizacional passou por quatro gerações, como mostra a Figura 1, a primeira geração foi identificada como o período anterior à Segunda Guerra Mundial, quando a automação da indústria era baixa e os equipamentos eram simples e fáceis de lidar. Devido às condições econômicas da época, a produtividade não era uma prioridade, então a manutenção não era rigorosa. Dessa forma, os serviços de manutenção são corretivos, ou seja, incluem serviços de limpeza, lubrificação e reparo somente após a ocorrência de uma falha (Pinto; Xavier, 2017).

A segunda geração partiu da Segunda Guerra Mundial e cresceu no pós-guerra, decorrente da necessidade de mecanização gerada pelo aumento significativo da demanda pelo produto. Por isso, na busca pela competitividade, a indústria fica refém do bom desempenho das máquinas, o que evidencia a necessidade de prevenção de falhas e confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos (Pinto; Xavier, 2017).

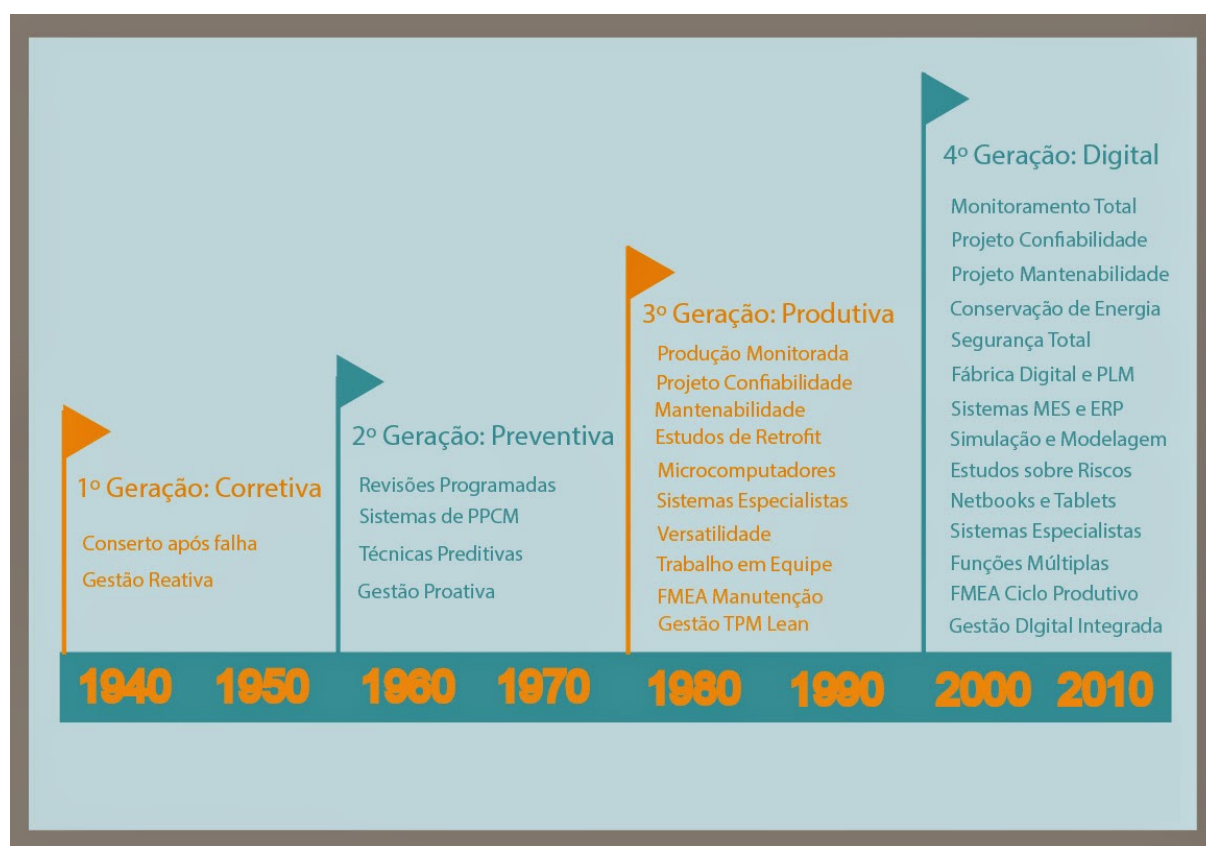


Figura 1. Evolução da Manutenção

Fonte: Moubray (2017)

Siqueira (2005) destacou que a principal característica da segunda geração é a inspeção dos equipamentos em intervalos regulares com a finalidade de evitar a ocorrência de falhas, criando o conceito de manutenção preventiva. No entanto, este tipo de manutenção aumenta os custos de manutenção em comparação com outros custos operacionais. Diante disso, e do alto capital investido em máquinas e equipamentos, o planejamento e controle da manutenção nas organizações tem aumentado para criar formas de maximizar e garantir o ciclo de vida dos equipamentos e máquinas (Pinto; Xavier, 2017).

Conforme mostrado na Figura 1, a terceira geração começou na década de 1970 e demonstrou manutenção preditiva à medida que as empresas começaram a gerenciar a verdadeira condição de seus equipamentos e máquinas monitorando dados e parâmetros que indicavam seu desgaste. Como resultado, o tempo de inatividade da produção pode ser reduzido; a quebra pode ser reduzida; a produtividade e a qualidade do produto podem ser melhoradas e os custos de manutenção podem ser reduzidos (Moubray, 2017).

A manutenção de um estabelecimento não deve ser realizada de forma repentina e informal, deve-se observar as diversidades que existem no local. São necessários os demais requisitos de acordo com a Norma Brasileira 5674/16 para uma manutenção, como: “tipologia da edificação, uso efetivo da edificação, tamanho e complexidade da edificação e seus sistemas, localização e implicações do entorno da edificação (ABNT, 2016). Seely (2015), afirma que “a manutenção é a preservação do edifício construído em condições semelhantes àquelas de seu estado inicial”.

Saldanha (2017), explica que o tipo adequado de uma manutenção dependerá da patologia que vai surgir na edificação, com isso deve ser feito um estudo de caso para que assim execute a manutenção de forma correta, sendo elas a de conservação, reparação, restauração e de modernização.

Entende-se como manutenção corretiva o conserto de algum componente ou equipamento quando o mesmo demonstra uma queda de rendimento ou uma falha Waeyenbergh *et al.* (2015). E Slack *et al.* (2016) acredita que “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido.

Saldanha (2017), afirma que a manutenção corretiva é realizada de acordo com o surgimento de problemas que o usuário solicita, quando determinado elemento para de funcionar e precisa urgentemente de assistência. Para complementar (Guerreiro, 2016), afirma que a manutenção corretiva de urgência acontece quando a patologia necessita de reparos imediatos para o seu funcionamento.

Villanueva (2015), acredita que seja um tipo de manutenção improvisada, pois alguns problemas são de maneira repentina, mas, evidencia que existem maneiras que possam diminuir essa determinada manutenção, como as experiências de trabalhadores treinados que atuam de maneira eficaz para a solução das patologias surgidas.

Segundo a Norma Brasileira nº 5674/2015 destaca que, a manutenção não planejada, caracterizada por serviços não previstos na manutenção planejada, incluindo a manutenção de emergência, caracterizada por serviços que exigem intervenção imediata para permitir a continuidade do uso das edificações ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e patrimoniais aos seus usuários ou proprietários (Abnt, 2015).

É uma manutenção que, quase sempre, precisa que seja suspender total ou parcial para o desenvolvimento da atividade (Stucker, 2018). É considerada um sistema de manutenção mais antigo e conservador, por ser uma atividade que não foi elaborada, sendo assim, a menos indicada, pois é uma manutenção realizada a falhas decorrente de proble-

mas no edifício. Denomina uma manutenção que possui custos altos por ser de urgência (Ferreira, 2017). Manutenção essa que se classifica por duas maneiras dissemelhantes como manutenção corretiva não-planejada e manutenção corretiva planejada.

A Norma Brasileira NBR 5674/15 define a manutenção corretiva como aquela realizada após a ocorrência de uma falha ou defeito, sem um planejamento prévio. Ela ocorre em resposta a solicitações dos usuários ou quando se identifica a necessidade durante inspeções periódicas. A norma destaca a importância de um planejamento adequado da manutenção, baseado em informações sobre a durabilidade esperada dos componentes da edificação e em relatórios de inspeções periódicas para garantir a eficiência e a segurança das intervenções (Abnt, 2015).

A manutenção preventiva é a manutenção planejada e é baseada no histórico de falhas na operação, ou revisões periódicas realizadas. A ideia principal é o planejamento para reduzir, evitar falhas ou degradação de desempenho preparado com antecedência, com base em um intervalo de tempo definido, geralmente listados no manual técnico. A manutenção preventiva estabelecida Tempo de inatividade periódico para substituir peças desgastadas por novas, isso garante que o equipamento funcione perfeitamente dentro do tempo programado (Saldanha, 2017).

A Norma Brasileira 5674/15 oferece alguns requisitos para a realização dos serviços de manutenção, sendo que o primeiro é consideração dos aspectos construtivos como tipologia e o uso da edificação, tamanho e complexidade, localização e implicações do entorno (Abnt, 2015).

De acordo com Martins (2018) A manutenção preventiva representa um grupo de atividades projetadas para evitar instalações com falhas e ter algum problema ao longo do seu desempenho. Depende diretamente das informações sobre o edifício, por dados do fabricante, histórico de manutenção e avaliações das instalações por meio de procedimentos de rotina regulares e pesquisas de inspeção.

Conforme a Norma Brasileira 5674/15 a manutenção preventiva é caracterizada pelos serviços cuja realização seja programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, estimativas da durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação (Abnt, 2015).

De acordo com Ozelim (2017), a engenharia da manutenção é de grande importância, pois tem o intuito de transformar os padrões em consequência das mudanças de rotina das atividades, tem como objetivo principal aperfeiçoar a política na área da manutenção. Quando é colocada em prática, vai muito além da preservação, além disso “a empresa está estruturando seus dados e informações sobre manutenção que permitirá a realização de análises e pesquisas que tragam propostas fortes e embasadas em fatos para garantir melhorias no futuro”.

Trombeta (2015) explica que os projetos de manutenção ocorridos entre 1950 e 1960 combinavam a realidade com atualizações e planos de qualidade, e foram formados a partir do controle de gastos e do aumento de custos à medida que o mercado continuava mudando. Uma nova realidade mundial, que valoriza e sustenta performance com qualidade e custo de serviço. Isso nos leva ao conceito de até que ponto falhas em equipamentos ou instalação causarão desconforto à segurança, pois uma vez obtida a aprovação de qualidade, obteremos maior disponibilidade e menores custos de instalação.

Costa (2016) acredita que a engenharia de manutenção tem sido considerada um avanço em desafios, uma nova visão, principalmente depois que o departamento de ma-



manutenção precisa de inovação e aprimoramento. Kardec *et al.*, (2019), concorda que a engenharia de manutenção está ligada a uma tecnologia complexa e deve sempre ser comparada à manutenção de alto nível para atingir os seguintes objetivos: Ser acessível de forma segura e confiável; disseminar problemas recorrentes e trazer soluções tecnológicas; auxiliar em inovações de projetos de modo a facilitar a execução e diante do estudo de falhas, elaborar planos de ação de manutenção.

Segundo Kardec *et al.*, (2019), a engenharia de manutenção visa, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; participar de novos projetos e dar suporte à execução; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica.

2.2 Consequências geradas pela falta de manutenção nas edificações

Castro (2018) explica que a falta de manutenção adequada nas edificações pode ter uma série de consequências negativas, afetando a segurança, o desempenho, a durabilidade e o valor do patrimônio construído. Resulta em problemas estruturais, como trincas, fissuras e desgaste de materiais. Isso pode tornar a edificação vulnerável a colapsos parciais ou completos, representando um risco sério para a segurança dos ocupantes.

Além disso, Bezerra e Tubino (2018) explicam que a falta de manutenção adequada pode levar a problemas relacionados à funcionalidade e ao conforto das edificações. Por exemplo, sistemas de instalações elétricas e hidráulicas podem apresentar falhas, comprometendo o fornecimento de energia, água e outros serviços essenciais. Isso pode impactar diretamente a qualidade de vida dos ocupantes e a operacionalidade de atividades realizadas no local.

Outro aspecto importante apresentado por Bonin (2018) é o impacto da falta de manutenção no valor do patrimônio construído. Edificações malconservadas tendem a se desvalorizar ao longo do tempo, uma vez que os potenciais compradores ou locatários percebem o estado de conservação como um aspecto importante na decisão de compra ou locação. Além disso, a necessidade de realizar reformas e reparos pode gerar custos adicionais, que poderiam ter sido evitados com uma manutenção preventiva adequada.

De acordo com Oliveira (2020), os problemas patológicos apresentam manifestações depois da execução, porém, quanto mais cedo forem detectadas será mais barata e efetiva a resolução do problema. Podendo ser dividida em 4 etapas: projeto, execução, manutenção preventiva e corretiva. Essas 4 etapas implicam num custo de 5 vezes maior referente se tivesse observando no projeto. Portanto, caso tenha visto que no projeto não terá, mas uma boa execução será feita se for de acordo com o projeto estabelecido e uma ótima fiscalização.

A primeira etapa, o projeto, é fundamental para evitar problemas futuros. Um projeto bem elaborado leva em consideração diversos fatores, como as características do terreno, a adequação às normas técnicas e de segurança, e a escolha adequada dos materiais. Uma execução de qualidade, seguindo rigorosamente o projeto, também é essencial para evitar problemas patológicos. Além disso, uma fiscalização eficiente durante a execução pode identificar e corrigir possíveis desvios do projeto, garantindo a qualidade da obra (Morilha, 2019).

Segundo Borges (2018) a manutenção preventiva, por sua vez, é essencial para evitar

o surgimento de problemas ao longo do tempo. Realizar inspeções periódicas, realizar pequenos reparos e garantir a conservação adequada da edificação podem evitar problemas mais graves no futuro. Já a manutenção corretiva deve ser realizada sempre que um problema for identificado, visando corrigir a causa do problema e evitar sua recorrência.

Em resumo, a detecção precoce de problemas patológicos em edificações pode evitar custos elevados e garantir a segurança e durabilidade das construções. Investir em um projeto bem elaborado, uma execução de qualidade, uma fiscalização rigorosa e uma manutenção adequada são medidas essenciais para evitar problemas futuros e garantir a qualidade das edificações.

As patologias se iniciam no processo de construção (execução) sendo assim, o projeto tem que ter qualidade para cada informação necessária. Porém, todas as etapas podem ajudar ao surgimento de patologias, mas não existe uma manutenção de prevenção na construção civil por isso a falta desse programa de manutenção construtivo é uma das causas de agravamento na construção (Lima; Landim; Rocha, 2021).

Kardec e Nasfic (2019) dizem que as patologias se iniciam no processo de construção (execução) sendo assim, o projeto tem que ter qualidade para cada informação necessária. Porém, todas as etapas podem ajudar ao surgimento de patologias, mas não existe uma manutenção.

Pinto e Xavier (2019) ressaltam que a ausência de manutenção preventiva pode levar à flexibilidade gradual das estruturas da edificação, incluindo fundações, pilares, vigas e lajes. Isso pode comprometer a estabilidade e a segurança da edificação ao longo do tempo. Componentes defeituosos ou sistemas danificados, como instalações elétricas e hidráulicas, representam riscos significativos de incêndios, vazamentos e choques elétricos, colocando em perigo a segurança dos ocupantes.

Lima, Landim e Rocha (2021) afirmam que a falta de manutenção pode encurtar a vida útil dos sistemas e componentes da edificação. Isso significa que eles podem precisar ser substituídos mais cedo do que o previsto, resultando em custos adicionais. A manutenção deficiente de sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), por exemplo, pode levar a problemas de conforto térmico e de qualidade do ar interno, afetando o bem-estar dos ocupantes.

Os sistemas de HVAC são essenciais para manter a temperatura e a qualidade do ar dentro dos padrões adequados, garantindo assim o conforto e a saúde dos ocupantes. No entanto, se esses sistemas não forem devidamente mantidos, podem apresentar falhas e problemas de funcionamento, resultando em ambientes desconfortáveis e com baixa qualidade do ar (Borges, 2018).

2.3 A importância das normas na manutenção do desempenho das edificações.

De acordo com Mitidieri Filho (2018), desempenho significa as propriedades que um produto deve possuir para cumprir sua função que foi determinada por projeto, sendo este sujeito a diversas ações em sua vida útil. Já Souza *et al.* (2019) dizem que o conceito de desempenho se cumpre por meio das satisfações dos usuários e que as edificações, junto com seus componentes, objetivam a segurança, habitabilidade, durabilidade e economia de manutenções.

Esses conceitos destacam a importância do desempenho de um produto ou edifica-



ção em atender às necessidades e expectativas dos usuários ao longo de sua vida útil. O desempenho vai além das características físicas do produto, englobando também aspectos como segurança, conforto, durabilidade e custo de manutenção, refletindo diretamente na satisfação e na qualidade de vida das pessoas que utilizam esses espaços.

De acordo com Souza *et al.* (2019), a norma de desempenho é organizada em seis partes distintas. Estas partes incluem requisitos gerais, requisitos para os sistemas estruturais, requisitos para os sistemas de piso, requisitos para os sistemas de vedações verticais externas e internas, requisitos para os sistemas de coberturas e requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Conforme a Norma Brasileira 15.575/15, a norma de desempenho é uma norma bem detalhada e para que se cumpra todos os requisitos, foi dividida em seis partes. Essa norma representa o conjunto de critérios e requisitos de segurança, sustentabilidade e habitabilidade, que são estabelecidos para um edifício habitacional de até 5 pavimentos, independentemente de sua forma ou tipo de material empregado, mas que atenda às exigências dos usuários (Abnt, 2015).

A Norma Brasileira 15.575/15 estabelece requisitos mínimos para o desempenho de edificações habitacionais, abrangendo diversos aspectos como segurança estrutural, prevenção contra incêndios, saúde, higiene, acessibilidade, conforto térmico, acústico, lumínico, funcionalidade e durabilidade. Essa norma é essencial para garantir a qualidade e a segurança das edificações, buscando atender às necessidades e expectativas dos usuários.

Segundo a Norma Brasileira nº 15.575/15, as normas de desempenho buscam atender às exigências dos usuários de forma qualitativa, quantitativa e avaliativa, e que fiquem esclarecidas para a definição do seu cumprimento (Abnt, 2015). Segundo Santos Filho (2021), às exigências que devem ser satisfeitas por uma edificação, também devem satisfazer as necessidades dos usuários de caráter fisiológico, psicológico, sociológico e econômico.

De acordo com a Norma Brasileira nº 15.575/2015, as exigências dos usuários em relação à habitabilidade incluem aspectos como desempenho térmico, conforto tátil e antropodinâmico, saúde, higiene e qualidade do ar, lumínico e acústico, funcionalidade e acessibilidade, além de estanqueidade. Quanto à segurança, as demandas abrangem aspectos estruturais, prevenção contra incêndios e segurança no uso e operação. Por fim, em relação à sustentabilidade, são consideradas a manutenibilidade, durabilidade e impacto ambiental (Abnt, 2015).

A Norma Brasileira nº 15.575/2015 conceitua também a manutenibilidade e a durabilidade das edificações como sendo a condição de manter a qualidade de uma edificação e seus sistemas, permitindo inspeções prediais e intervenções de manutenção (Abnt, 2015). E a Norma Brasileira nº 14.037/19 fala sobre a importância da construtora fornecer o manual de uso, operação e manutenção (ABNT, 2019).

A Norma Brasileira nº 5.674/15 estabelece diretrizes para preservar as características originais de uma edificação e minimizar a perda de desempenho de seus sistemas, a gestão da manutenção fica a cargo do usuário e deve atender aos procedimentos de manutenção das edificações (ABNT, 2015).

Conforme Gomide *et al.* (2020), os motivos que influenciam a manutenibilidade são as características físicas da edificação, devido às dificuldades encontradas para a realização dos serviços, a fim de que a obra possa ser segura ao que foi designada a atender. A manutenibilidade só é significativa nas fases de concepção e de projeto, pois somente nessas etapas é que se pode alterar alguma coisa para se ter uma manutenibilidade adequada. Também pode ser entendida como uma manutenção passiva, pois a edificação ainda não

é existente, podendo ser de certa forma alterada.

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) em 2015, a entrega dos manuais de uso e operação das edificações é fundamental para ressaltar que a durabilidade de uma construção não depende apenas do projeto e execução da obra, mas também do uso correto e da manutenção adequada, especialmente a manutenção preventiva. Portanto, é essencial promover uma mudança cultural no sentido de valorizar os cuidados e a atenção rotineiros com a edificação, visando sua preservação e prolongamento de vida útil.

O processo de construção de edificações era visto como composto por duas etapas principais: o projeto e a execução no canteiro de obras. No entanto, a finalização dessas etapas não representa a conclusão do objetivo do processo. A edificação só cumpre seu propósito quando está concluída e em uso, atendendo adequadamente às necessidades dos usuários conforme previsto, ou seja, quando está cumprindo a finalidade para a qual foi construída (Gomide *et al.*, 2020)

A qualidade da documentação técnica produzida durante as fases de projeto e execução, voltada para esclarecer dúvidas sobre conservação, uso, manutenção e operação dos equipamentos das edificações, é um importante instrumento de comunicação. A Norma Brasileira 14037/2019 estabelece requisitos para a elaboração e apresentação dos conteúdos que devem estar presentes nos manuais de uso, operação e manutenção das edificações, os quais são elaborados e entregues pelo construtor ou incorporador (ABNT, 2019).

Os manuais garantem que todos os envolvidos compreendam as características técnicas da edificação e as práticas recomendadas para manter sua funcionalidade e integridade ao longo do tempo. Isso inclui informações detalhadas sobre os sistemas estruturais, elétricos, hidráulicos, de ventilação, entre outros, especificando os cuidados necessários para evitar o desgaste precoce e garantir a segurança dos ocupantes.

Além disso, a documentação técnica ajuda a mitigar riscos de mal-entendidos e erros na utilização das instalações, o que pode prevenir acidentes e falhas de operação. Também contribui para a economia a longo prazo, pois edificações bem mantidas demandam menos reparos emergenciais, o que reduz os custos de manutenção.

Portanto, a norma ABNT NBR 14037/2019 é fundamental para assegurar a qualidade e a segurança nas edificações, facilitando a gestão eficiente da manutenção e operação dos edifícios, e promovendo a sustentabilidade do patrimônio construído.

De acordo com a Norma Brasileira 14037/2018 os manuais de uso, operação e manutenção são de grande importância, pois eles definem claramente as condições de uso do imóvel. Isso permite que a construtora se isente de responsabilidades por vícios ou defeitos resultantes de mau uso ou falta de manutenção adequada. Além disso, a presença do manual ajuda a evitar a deterioração prematura da edificação, contribuindo para a preservação da sua vida útil conforme projetada (ABNT, 2018).

3. CONCLUSÃO

O estudo em foco, que analisou a importância da manutenção preventiva e corretiva para o bom desempenho das edificações, permitiu concluir que tais práticas são importantes para a preservação e eficácia das estruturas construídas. A revisão bibliográfica realizada destacou como a manutenção adequada pode evitar custos excessivos com reparos emergenciais, prolongar a vida útil das edificações, e proporcionar um ambiente seguro e



confortável para os usuários. Além disso, ficou evidente que a negligência na manutenção pode resultar em uma série de consequências negativas, que vão desde o comprometimento da segurança estrutural até a desvalorização do patrimônio.

Portanto, reitera-se a necessidade de adotar uma cultura de manutenção preventiva e corretiva eficiente, que não apenas atenda às exigências legais e técnicas, mas que também promova a sustentabilidade das edificações. Isso implica em um planejamento cuidadoso e uma execução meticulosa das atividades de manutenção, o que deve ser uma prioridade para os gestores de edificações, visando a segurança, conforto e bem-estar de todos os usuários.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037 –2: Manual de operação, uso e manutenção das edificações-** Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 2019
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 – 3: Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos-** Desempenho- Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2015
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674 – 1: Manutenção de edificações-** Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2015.
- BEZERRA, J. E. A.; TUBINO, D. F. A Manutenção de Condomínios em Edifícios, TPM, Terceirização e o JIT/TQC. In: XX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000, São Paulo - SP. **Anais do XX ENEGEP.** São Paulo - SP : EPUSP, 2018.
- BONIN, Luis Carlos. Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual. In: Seminário Sobre Manutenção de Edifícios, Porto Alegre. **Anais.** Porto Alegre: UFRGS/PPGEC, 1988. v. 1. p. 1-31.2018
- BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho das edificações e a sua importância para o setor da construção civil.** Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.
- CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução.** Monografia. Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018, 44f.
- COSTA, M. A. **Gestão estratégica da manutenção:** uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
- GOMIDE, T. L. F.; GULLO, M. A.; NETO, J. C. P. F. **Desempenho, manutenção e inspeção predial total em edificações.** In: PINI, M. S. (Org.). **Manutenção Predial.** São Paulo: Pini, 2020
- GUERREIRO, R. P. R.. **Metodologia de manutenção de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2016.
- KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção:** função estratégica. 4ª ed. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2019.
- LIMA, V. N.; LANDIM, G. L.; ROCHA, L. M. **Causas patológicas na construção civil:** estudo de caso em uma construtora do município de Juazeiro do norte – Ceará: XIII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas, 2021.
- LOPES, J.R.L. **Sistemas de Manutenção Predial:** revisão teórica e estudo de caso adotado no Banco do Brasil. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- MARTINS, M. A. G.. Falhas catastróficas em transformadores provocadas pelo sulfureto de cobre. Causas e soluções. **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, v.20, n.3-4,2018
- MITIDIERI FILHO, R. P. R.. **Metodologia de manutenção de edifícios.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2018
- MONCHY, J. **Reestruturação industrial, terceirização e redes de subcontratação.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, mar/abr 2017
- MORILHA, Aparecido M. Gerenciamento da Manutenção Predial: escolha e implantação de um sistema in-

formatizado. **Anais...** 11ª Conferência Internacional da LARES – Latin American Real Estate Society. São Paulo, 14 a 16 de setembro de 2019.

MOUBRAY, J. **Reliability centered maintenance**. Editora: Abril. 2017

PINTO, A.K.; XAVIER, J.N. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2019.

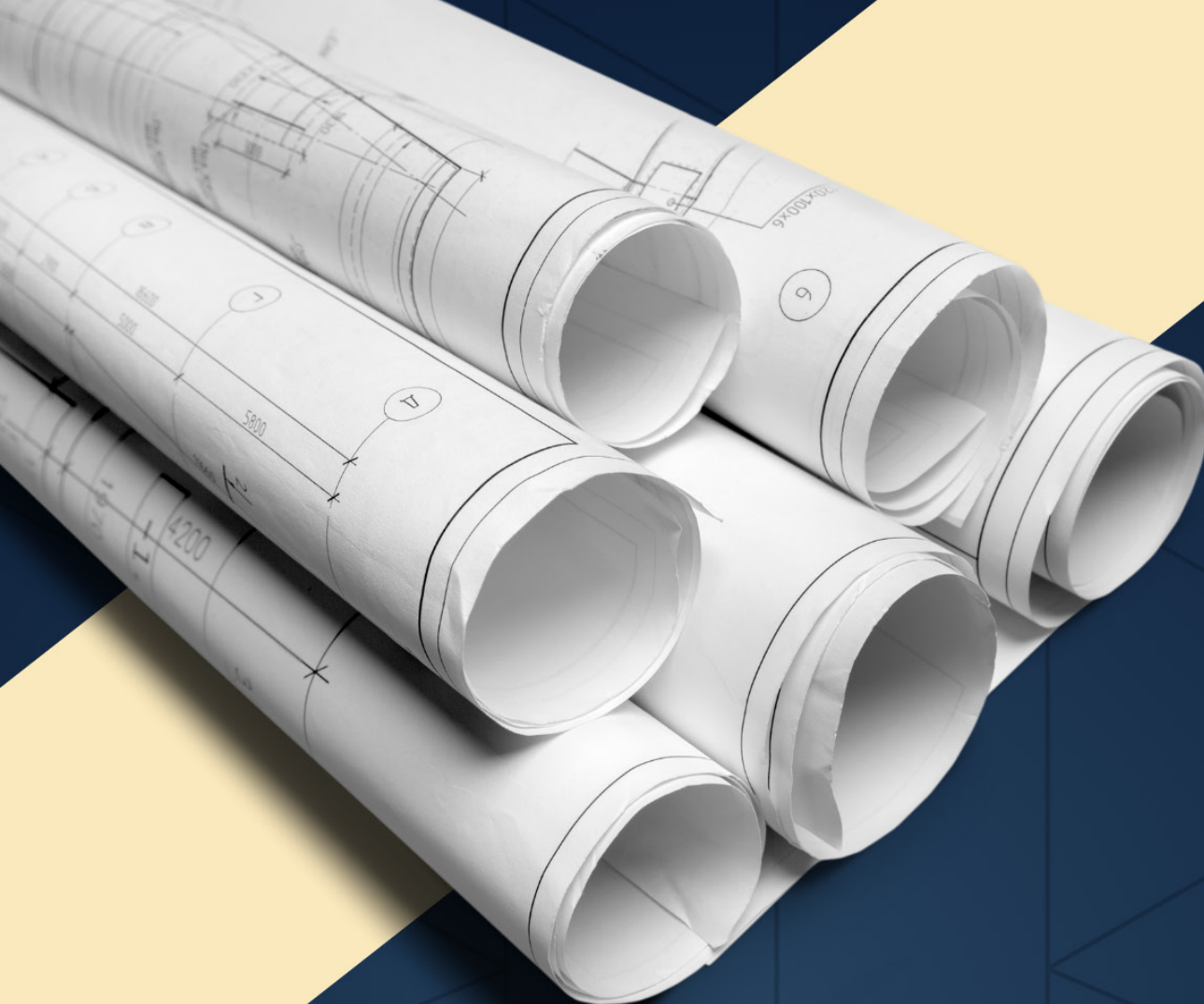
SALDANHA, N. F. **Estudo de caso:** comparativo entre manutenção predial corretiva e preventiva em um estabelecimento comercial na cidade do automóvel. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

SANTOS FILHO, N. H. B. LIMA, S. C.; SOUZA, D. S. V. F.; RAPOSO, J. F. P.; ENEGEP. **Proposta de implantação de um sistema de manutenção preventiva em uma empresa de pequeno porte do ramo de fabricação de fraldas**. In: ENEGEP-XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, 2021.

SOUZA, S. F.; LABRES, H. S.; PACHECO, F.; OLIVEIRA, M. F.; TUTIKIAN, B. F. Influência da espessura de revestimento de argamassa no desempenho acústico de alvenaria de blocos cerâmicos. **Ambiente Construído** vol.19 no.2 Porto Alegre, 2019

VILLANUEVA, M. M.. **A importância as manutenções preventivas para o bom desempenho da edificação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.





41

METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS

**METHODOLOGY FOR CONSTRUCTION OF ARTESIAN
WELLS**

**Mateylon Lucas dos Santos Rodrigues
Mirian Nunes de Carvalho Nunes**

Resumo

Diante da crescente escassez de água, os poços artesianos oferecem uma alternativa vital, possibilitando acesso a reservas subterrâneas de água. Esta pesquisa delimita conhecimentos técnicos e práticos para uma exploração sustentável, enfatizando a importância de práticas e políticas responsáveis. Poços artesianos, onde a água é naturalmente pressurizada, surgem como soluções viáveis, contudo, é essencial uma abordagem sustentável para prevenir o esgotamento precoce dessas reservas. Diante do exposto o estudo tem como pergunta problema “Qual o método de construção dos poços artesianos?”. E como objetivo geral de realizar um estudo bibliográfico sobre o método para a construção dos poços artesianos. A metodologia proposta para a construção deste estudo, baseia-se num estudo bibliográfico meticuloso. Conclui-se que a construção de poços artesianos é um processo que vai além da simples perfuração; envolve um compromisso contínuo com a manutenção e a gestão sustentável para garantir a longevidade e a qualidade da água fornecida. Este estudo destaca a necessidade de uma abordagem holística e responsável, considerando tanto os aspectos técnicos quanto os ambientais e sociais, para promover o bem-estar da comunidade e a preservação dos recursos hídricos para as gerações futuras.

Palavras-chave: Construção de Poço, Poço Artesiano, NBR 12.244.

Abstract

Faced with increasing water scarcity, artesian wells offer a vital alternative, enabling access to underground water reserves. This research defines technical and practical knowledge for sustainable exploration, emphasizing the importance of responsible practices and policies. Artesian wells, where water is naturally pressurized, appear as viable solutions, however, a sustainable approach is essential to prevent the early depletion of these reserves. In view of the above, the study has the problem question “What is the construction method for artesian wells?”. And the general objective of carrying out a bibliographic study on the method for constructing artesian wells. The methodology proposed for the construction of this study is based on a meticulous bibliographical study. It is concluded that the construction of artesian wells is a process that goes beyond simple drilling; involves an ongoing commitment to maintenance and sustainable management to ensure the longevity and quality of the water supplied. This study highlights the need for a holistic and responsible approach, considering both technical, environmental and social aspects, to promote community well-being and the preservation of water resources for future generations.

Keywords: Well Construction, Artesian well, NBR 12,244.



1. INTRODUÇÃO

A água, elemento vital para a sobrevivência humana e preservação dos ecossistemas, tem se tornado escassa em regiões do planeta. Diante dessa realidade, a busca por fontes alternativas de abastecimento é crucial para garantir a continuidade e a qualidade de vida de inúmeras populações. Poços artesianos surgem como uma solução promissora neste cenário, permitindo o acesso a reservas subterrâneas de água.

Ao explorar e consolidar conhecimentos técnicos, geológicos e práticos, esta pesquisa contribui significativamente para a otimização de recursos, redução de impactos ambientais e maximização da segurança em projetos de perfuração. Além disso, a consolidação de uma robusta pode influenciar positivamente políticas públicas, diretrizes regulatórias e práticas empresariais no setor, garantindo que a exploração dessas potencialidades de fontes de água ocorra de maneira sustentável e responsável.

O estudo justifica-se por conta que a crescente demanda por água potável, combinada com a exploração excessiva e a contaminação das reservas hídricas, tem levantado preocupações importantes sobre a sustentabilidade dos recursos aquáticos. Poços artesianos, embora sejam uma solução potencial para áreas com escassez de recursos hídricos, podem ser tanto uma vitória quanto uma maldição, dependendo de sua implementação e gestão.

Com a crescente preocupação global sobre a disponibilidade de água potável e saneamento adequado, os poços artesianos surgem como uma alternativa promissora. No entanto, é crucial considerar as cláusulas sustentáveis, para garantir que essas reservas aquáticas não sejam esgotadas prematuramente.

Em regiões, a má gestão de poços tem levado a consequências negativas, como contaminação da água, deslocamento de terra e esgotamento de reservatórios. Assim, é fundamental estudar profundamente a construção e utilização de poços artesianos, visando a garantia de acesso à água potável de qualidade e a preservação deste recurso vital para as gerações futuras. Diante do exposto, qual o método de construção dos poços artesianos?.

E o objetivo geral desta pesquisa é investigar e analisar a metodologia empregada na construção de poços artesianos, por meio de um estudo bibliográfico abrangente. Esse estudo visa compreender os procedimentos técnicos, as melhores práticas e as tecnologias utilizadas na construção eficiente e sustentável desses poços, contribuindo para o desenvolvimento de diretrizes e recomendações aplicáveis na execução desses projetos. E como objetivo específico descrever as vantagens e desvantagens da utilização dos poços.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, na qual foi realizada a consulta a livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados: Google Acadêmico, SciELO, CAPES, Biblioteca Virtual Anhanguera, Biblioteca Física da Instituição Anhanguera São Luis e repositórios especializados.

O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “Construção de Poço”, “Poço Artesiano” e

“NBR 12.244”.

A metodologia proposta para a construção deste estudo baseou-se num estudo bibliográfico. Este estudo se iniciou com um levantamento de fontes em bases de dados acadêmicos e bibliotecas digitais. Deu-se ênfase à identificação de trabalhos, artigos, livros e manuais técnicos que tratam desde os conceitos geológicos fundamentais até as técnicas contemporâneas de perfuração e manutenção.

Após essa etapa inicial de coleta, segue-se um processo de seleção e análise de conteúdo. As fontes são cuidadosamente avaliadas, priorizando aquelas de maior relevância, reconhecimento e consistência técnica. Através de uma análise criteriosa, busca-se decifrar as técnicas mais eficientes, os equipamentos mais avançados, as normativas em vigor e as melhores práticas no campo da construção de poços artesianos.

Deste modo, a partir da discussão, foram formuladas conclusões sobre as práticas mais recomendadas para a construção de poços artesianos.

2.2 Resultado e discussão

As formações geológicas conhecidas como poços artesianos são essenciais para o acesso ao abastecimento de água subterrânea. Esses poços são formados quando a água fica presa entre camadas de rocha ou solo impermeáveis, e a pressão dentro do aquífero confinado é tão grande que a água flui naturalmente para a superfície quando a camada é perfurada, sem necessidade de bombeamento. Isto se deve ao fato de que a fonte de água no aquífero confinado está sob uma pressão que excede a pressão atmosférica na superfície (FAGUNDES; ANDRADE, 2015).

De acordo com Pereira *et al.* (2018) termo “artesiano” tem origem na região de Artois, na França, onde foram descobertos os primeiros exemplos deste tipo de poço. Esses poços têm sido utilizados há séculos como uma fonte confiável de água, especialmente em áreas onde a água superficial é limitada ou não é potável.

Um poço é uma estrutura vertical, criada pelo ser humano, que penetra na subsuperfície, necessária para extrair, recarregar ou observar águas subterrâneas por meio de mecanismos específicos. Existem duas categorias principais de poços: tubulares e escavados. Poços escavados são tradicionalmente perfurados e construídos à mão e possuem um revestimento, seja ele de tijolo, cerâmica ou anéis de concreto (HIRATA, 2019).

Geralmente, têm uma largura significativa, com diâmetro muitas vezes superior a cinquenta centímetros e profundidades variadas, podendo variar de metros. Há diferentes tipos de poços escavados, como cacimbas, que são mais largos e sem revestimento; cacimbões, com diâmetros entre um e cinco metros e com revestimento parcial ou total; e Amazonas, ainda mais largos e com revestimento em sua estrutura (HIRATA, 2019).

Por outro lado, os poços tubulares têm uma característica mais estreita e são revestidos com materiais como PVC ou aço, possuindo diâmetros geralmente menores que um metro. Embora o diâmetro seja mais comum para esses poços entre quinze e vinte centímetros, é possível encontrar variações de cinco a quarenta e cinco centímetros. Esses poços tubulares são classificados em freáticos, que acessam águas de camadas superficiais, e artesianos, que buscam águas de camadas mais profundas e confinadas (HIRATA, 2019).

O processo de construção de um poço artesiano (Figura 1) requer um conhecimento abrangente da geologia regional e conhecimentos técnicos. É fundamental escolher adequadamente o local e perfurar o poço para garantir que este continua a fornecer água

e evitar a poluição ou o esgotamento prejudicial do aquífero. Além disso, é crucial gerir o poço de forma sustentável. A utilização excessiva pode levar a uma diminuição das reservas do aquífero, resultando numa diminuição da capacidade de recarga que pode impactar negativamente o equilíbrio ecológico da área (FAGUNDES; ANDRADE, 2015).

É interessante notar que há diferentes perspectivas sobre a nomenclatura desses poços. Alguns especialistas argumentam que apenas os poços onde a água emerge naturalmente, sem a necessidade de bombas, devem ser chamados de artesianos. Por outro lado, aqueles que requerem uma bomba para remoção de água seriam denominados semiar-artesianos (VASCONCELOS, 2014).

Carvalho (2017), cita que quando vistos de uma perspectiva mais ampla, os poços artesianos podem servir como uma fonte alternativa e sustentável de água, especialmente durante períodos de crescente escassez de água e mudanças nas condições climáticas, desde que sejam geridos de forma adequada. No entanto, é crucial adoptar uma estratégia abrangente que considere as necessidades da humanidade, bem como a preservação e durabilidade dos ecossistemas.

Nos últimos tempos, o tema do consumo consciente de água ganhou destaque globalmente. Embora especialistas da área já tenham sinalizado para essa preocupação, recentemente uma questão se popularizou entre instituições e a população em geral. Surpreendentemente, apenas cerca de 2,4% da água do planeta é doce e adequada para o consumo humano, enquanto a grande maioria é composta por água salgada em águas, oceanos e certos lagos. Antes visto como abundante, é notório a necessidade de gerenciar esse recurso importante com uma abordagem sustentável, garantindo sua disponibilidade para as gerações futuras (FAGUNDES; ANDRADE, 2015).



Figura 1. Poço Artesiano

Fonte: Carvalho (2017)

Além disso, a exploração responsável de águas subterrâneas oferece outras vantagens. Por exemplo, comunidades que dependem de um poço artesiano bem administrado podem, em determinadas situações, reduzir sua dependência dos serviços de forneci-

mento tradicional, limitando-se os custos associados ao tratamento de esgoto. Além disso, os poços artesianos podem garantir a continuidade do abastecimento em situações de racionamento, secas ou picos de demanda, como nos meses mais quentes (CARVALHO, 2017).

Economicamente, após o investimento inicial na perfuração e instalação do poço, os custos operacionais associados à remoção de água dos poços artesianos podem ser significativamente menores em comparação com o abastecimento tradicional. Esta vantagem é amplificada pela longevidade dos poços, que, quando podem ser construídos e fechados, fornecem água por muitos anos.

De acordo Oliveira *et al.* (2018), uma das principais vantagens dos poços artesianos é a sua capacidade de explorar reservas de água subterrâneas, que são frequentemente menos propensas à poluição proveniente de fontes de água superficiais. Como resultado, a água obtida de poços artesianos muitas vezes requer menos tratamento, levando a consideráveis poupanças de custos em termos de esforços de purificação. Além disso, uma vez estabelecido, um poço artesiano pode fornecer água durante décadas, servindo assim como um investimento a longo prazo e diminuindo a dependência de fontes externas de abastecimento.

O planejamento, as autorizações dos órgãos governamentais competentes e a avaliação ambiental são essenciais para o projeto. Além disso, é imprescindível que o trabalho seja conduzido por profissionais competentes, tais como geólogos ou engenheiros especializados, apoiados por uma equipe treinada (FURES, 2018).

A qualidade do material e do equipamento, a formação do operador, as tecnologias empregadas e as práticas de construção desempenham um papel crucial na durabilidade do poço e na integridade da água que ele fornece. A tentativa de reduzir custos, optando por serviços mais baratos e não regulamentados, pode resultar em práticas inconvenientes e, possivelmente, na contaminação da água. Tais ações impulsivas não são apenas perigosas para a saúde humana, mas também têm implicações negativas para o meio ambiente (GRUMICKER *et al.*, 2018).

Segundo Souza e De Amorim Andrade (2016), cita que as reservas de água subterrâneas enfrentam desafios crescentes devido à poluição resultante de atividades, como industrialização, práticas agrícolas e comportamento humano em geral. A contaminação pode ser originada de uma variedade de fontes, incluindo resíduos industriais, práticas agrícolas impróprias e drenagem urbana. Para minimizar tais riscos, é crucial adotar uma abordagem integrada e sustentável na gestão do solo e da água.

Além disso, o crescimento descontrolado na construção de poços artesianos pode ameaçar o equilíbrio ecológico. Se um aquífero explorado além de sua capacidade de recarga, isso pode levar à redução dos níveis de água, elevando os custos operacionais, e, em cenários mais extremos, à contaminação do aquífero por água salgada. Esta prática insustentável, conhecida como superexploração, sublinha a necessidade de uma gestão cuidadosa e informada dos recursos hídricos pesados (SOUZA; DE AMORIM ANDRADE, 2016).

Segundo Grumicker *et al.* (2018), a exploração excessiva e a contaminação das águas subterrâneas têm implicações profundas tanto para o ambiente quanto para os seres humanos. Esses problemas podem levar a desequilíbrios ecológicos, como o crescimento excessivo de algas devido à liberação de resíduos orgânicos de esgoto, resíduos industriais e fertilizantes agrícolas em corpos d'água.

Tal crescimento pode reduzir os níveis de oxigênio em lagos, resultando na morte de espécies aquáticas e tornando a água não potável. Além disso, a presença de substâncias

tóxicas, como nitritos e coliformes, na água potável pode representar um risco significativo para a saúde humana (FURES, 2018).

Em muitas áreas onde o abastecimento público de água é escasso ou inexistente, a utilização de poços artesianos para abastecimento de água é uma solução prática e amplamente aplicável. Esses poços se diferenciam dos comuns porque acessam estratos subterrâneos profundos onde estão localizados reservatórios naturais de água, também conhecidos como aquíferos. Embora este método tenha inúmeras vantagens, também enfrenta obstáculos que requerem atenção (ALVES; DE OLIVEIRA, 2022).

O estudo exaustivo e a utilização de poços artesianos poderiam potencialmente levar ao esgotamento dos recursos hídricos subterrâneos, o que poderia consequentemente resultar em problemas, incluindo o afundamento do solo. O sucesso ou fracasso da manutenção também pode causar poluição da água, tornando-a imprópria para consumo humano. Além disso, os custos de perfuração e instalação de poços artesianos podem ser substanciais, tornando-os inviáveis para determinadas comunidades (PALUDO, 2014).

Em muitas áreas onde o abastecimento público de água é escasso ou inexistente, a utilização de poços artesianos para abastecimento de água é uma solução prática e amplamente aplicável. Esses poços se diferenciam dos comuns porque acessam estratos subterrâneos profundos onde estão localizados reservatórios naturais de água, também conhecidos como aquíferos. Embora este método tenha inúmeras vantagens, também enfrenta obstáculos que requerem atenção (COLETTI, 2022).

Os poços artesianos possuem uma vantagem significativa na sua capacidade de fornecer água de qualidade em quantidades suficientes, especialmente em regiões remotas ou rurais. A água dos aquíferos profundos normalmente contém menos poluentes e impurezas em comparação com as fontes de água superficiais, o que pode diminuir a necessidade de tratamento extensivo. Além disso, em casos de escassez ou emergências hídricas, os poços artesianos podem funcionar como fonte secundária de água, garantindo um abastecimento constante e ininterrupto (MELO, 2017).

Em muitas construções verticais, aproximadamente 55% utilizam poços como fonte parcial de abastecimento. No estado do Tocantins, a perfuração e operação desses poços exigem uma autorização específica e também a regularização da utilização de águas do subsolo. Este procedimento é supervisionado pela NATURATINS, uma entidade encarregada de gerenciar tanto as fontes de água superficiais quanto as subterrâneas na região, e que também trabalha em parceria com o Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA) (MELO, 2017).

As diretrizes legais para o uso e exploração de águas subterrâneas no estado são aplicáveis por decretos, que determinam, por exemplo, os procedimentos para solicitar a autorização do direito de uso. Essas normativas enfatizam a necessidade de estudos hidrogeológicos detalhados, que devem incluir informações sobre a composição geológica do local, a qualidade da água e a capacidade do poço. Somente com a aprovação do NATURATINS é que o processo de medição pode começar (MELO, 2017).

Ao decidir pela instalação de um poço, é crucial avaliar aspectos como a geologia da região, a quantidade de água necessária, as características físico-químicas da água e o local ideal de captação, levando em conta também o local de armazenamento. Além disso, é essencial detalhar os materiais que serão usados durante o detalhamento, bem como outros elementos fundamentais do poço, garantindo que todas as etapas do processo sejam realizadas de acordo com os padrões estabelecidos (ALVES; DE OLIVEIRA, 2022).

Equipamentos modernos, como as máquinas perfuratrizes rotopneumáticas, torna-

ram-se mais populares por sua eficiência, superando as sondas mais antigas. Esses dispositivos são projetados para criar poços em variados tipos de terreno, seja em formações rochosas ou erradas (MELO, 2017).

O processo de perfuração de um poço artesiano é uma tarefa especializada que busca acesso a reservatórios de água subterrâneos, podendo chegar a profundidades consideráveis, e o revestimento desses poços é determinado pelas características geológicas da região (COLETTI, 2022).

Existem predominantemente duas categorias de perfurações de poços: a primeira é em rochas sedimentares, onde a estrutura do poço é completamente revestida. Nesses poços, é comum encontrar um conjunto de revestimentos formados por tubos e filtros, com um espaço anular preenchido por pequenas pedras chamadas de pré-filtro. A granulometria destes seixos pode variar de acordo com o local (MELO, 2017).

Poços em rochas sedimentares são ideais quando as rochas apresentam espaços entre os grãos, garantindo permeabilidade. Nestes casos, a água é armazenada nos espaços vazios da rocha e depois canalizada para o poço (Figura 2). A segunda categoria é em rochas integrais, como as cristalinas e ígneas. Estes poços têm revestimento apenas na parte superior, expondo as rochas mais abaixo. Devido à baixa porosidade e permeabilidade destas rochas, a água é coletada através de fraturas e fissuras naturais (ALVES; DE OLIVEIRA, 2022).

Após a conclusão do poço tubular, determinados dados hidrodinâmicos são confirmados, como níveis estático e sonoro, vazões e rebaixamentos. Estas análises auxiliam na escolha correta dos equipamentos de bombeamento. Para garantir o funcionamento adequado e seguro, a supervisão e manutenção por um técnico especializado são essenciais (COLETTI, 2022).

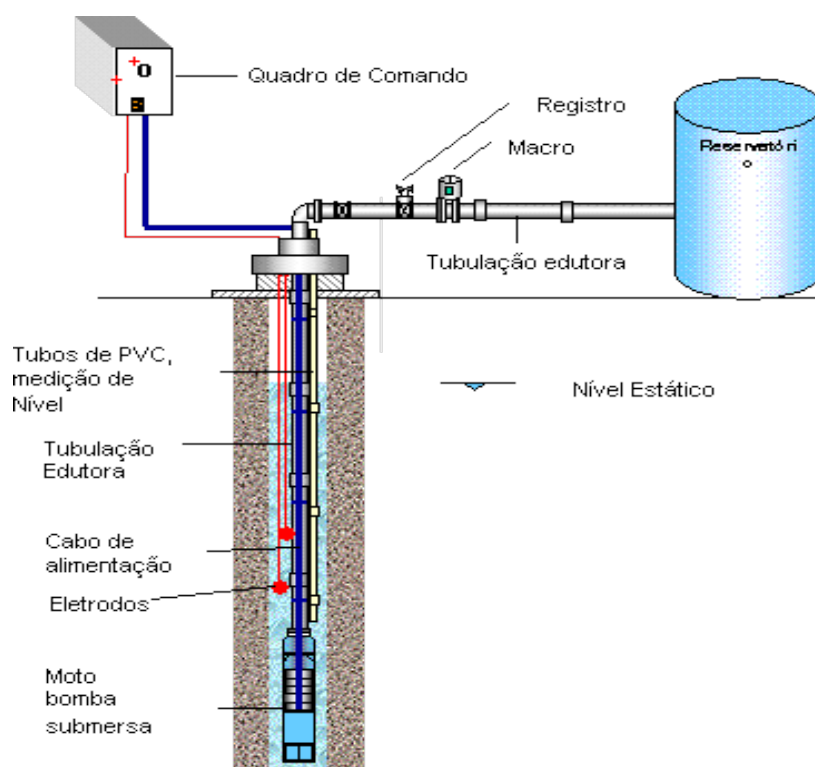


Figura 2. Método de perfuração do poço

Fonte: Glampá; Gonçalves (2012).

A melhoria destes poços tem um custo específico, com retornos percebidos ao longo

do tempo. Por exemplo, um poço de 50 metros de profundidade pode custar cerca de 30 mil reais. Por outro lado, existem outras formas mais simples e econômicas de captação de água, como poços manuais, que são cavados manualmente e buscam água no lençol freático. As cisternas, que coletam e armazenam água da chuva, são outra alternativa viável em regiões do Brasil (MELO, 2017).

O processo de construção de poços artesianos é um campo de estudo preciso que necessita de um conjunto de procedimentos cuidadosamente delineados. Esses procedimentos garantem não apenas que uma quantidade adequada de água flua pelo poço, mas também que a água seja segura para consumo e de alta qualidade. A metodologia envolvida na construção de poços artesianos abrange desde avaliações iniciais do terreno até a manutenção contínua do poço ao longo do tempo (TODA ÁGUA, 2021).

Após a avaliação inicial, a etapa subsequente é o início da fase de conclusão. Para isso, são utilizados equipamentos específicos para perfurar o solo até atingir o aquífero pretendido. Vários métodos de perfuração, como rotopneumático e rotativo, podem ser empregados dependendo das características geológicas da área. É imperativo monitorar consistentemente o avanço e obter amostras de solo e água durante a investigação para garantir que o poço seja colocado na área de coleta ideal (TODA ÁGUA, 2021).

Após a criação bem-sucedida do aquífero, o próximo passo é a implementação do sistema de revestimento. O objetivo principal deste sistema é evitar o colapso do poço e proteger o aquífero de contaminação externa. Normalmente, o invólucro é composto por tubos de PVC ou aço. Há casos, também pode ser necessário material filtrante, como areia ou cascalho, para melhorar o fluxo de água e remover impurezas (PERFURARTE, 2020).

Após a conclusão do poço, é altamente recomendável estabelecer um programa de monitoramento e manutenção. O objetivo deste programa é sustentar a eficiência e a segurança do poço, detectando possíveis problemas antes que se transformem em problemas críticos (PERFURARTE, 2020).

Antes de iniciar a construção de um poço, é essencial a realização de um estudo contínuo por um hidrogeólogo. Este especialista coleta e analisa informações de diferentes fontes, como mapas locais, dados geológicos da área e registros de outros poços na região (TODA ÁGUA, 2021).

Neste contexto, também se pode empregar métodos investigativos, como a técnica sísmica e sondagens elétricas, para obter informações mais detalhadas do subsolo. Após a coleta e análise de todos os dados, são gerados relatórios e mapas que indicam a localização, profundidade, volume e qualidade da água a ser encontrada. Estes documentos orientam o desenvolvimento de um projeto técnico para a precisão, levando em consideração as especificidades geológicas da área e as necessidades do solicitante (AECWEB, 2014).

É crucial observar que o projeto pode sofrer modificações durante a execução, dependendo das descobertas no subsolo. Assim, é responsabilidade da empresa informar ao cliente sobre qualquer mudança e seus possíveis impactos. Em resumo, o processo de planejamento e análise é fundamental para garantir a eficácia e segurança na construção de poços artesianos (PERFURARTE, 2020).

A Norma Brasileira Regulamentadora NBR N° 12.212, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), denominada “Projeto de poço para captação de água subterrânea” (1992), constitui as condições para a preparação de projeto de poço artesiano. A norma técnica NBR N° 12.212 define critérios que devem ser seguidos ao projetar um poço artesiano. Ela estipula que o sistema deve garantir um fluxo de água estável e que o local

onde o poço será construído precisa ter um parâmetro de proteção sanitária, garantindo segurança e espaço adequado. Quanto ao diâmetro do poço, a norma sugere um diâmetro mínimo padrão de 150mm, mas permite diâmetros menores como 125mm, 100mm e 75mm em casos específicos com baixa vazão. A norma também destaca que um poço pode ter múltiplos diâmetros em uma disposição telescópica (AECWEB, 2014).

Quando se trata da fase de análise, outras normas, como a NBR 12.244, fornecem diretrizes complementares. Segundo esta norma, a construção de um poço artesiano inclui etapas, desde a preparação do local, passando pela perfuração, até à finalização e relatório final. O local escolhido para a entrega deve ser capaz de acomodar todo o equipamento necessário e estruturas temporárias possíveis. A norma também enfatiza a importância de preparar um espaço adequado para a equipe de trabalho (ABNT, 1922).

A regulamentação NBR nº 12.244 orienta que substâncias como óleo diesel ou similares, que possam contaminar o lençol freático, não devem ser utilizadas na construção. Destaca ainda a obrigação da empresa responsável manter um registro diário de diário. Uma vez concluída a perfuração, deve-se medir a profundidade do poço antes de avançar para a etapa de instalação de tubos e filtros (ABNT, 1922).

Na instalação de tubos e filtros, é fundamental garantir que não ocorram deformações, e para isso, são recomendadas ferramentas de centralização. Como as ligações devem ser herméticas, o fundo do poço deve ser devidamente selado, exceto nas condições especificadas. Em situações em que o poço tem um pré-filtro, é sugerido um método de bombeamento específico para sua instalação. Depois da instalação dos tubos, inicia-se uma fase de desenvolvimento, onde se busca a otimização do fluxo de água (ABNT, 1922).

A norma NBR nº 12.244, destaca que um processo de cimentação é necessário para minimizar riscos de contaminação. No que diz respeito ao bombeamento, fatores devem ser considerados na seleção do sistema de bombas, como capacidade de fluxo e temperatura da água. Testes de bombeamento e análises de água são cruciais após uma fase de desenvolvimento para determinar a capacidade do poço e garantir a qualidade da água (AECWEB, 2014).

É importante proteger o equipamento de bombardeio exposto ao ambiente, garantindo facilidade nas operações e manutenção. Uma vez que todas as etapas sejam concluídas, um relatório detalhado deve ser produzido, documentando informações essenciais sobre o poço e suas especificações (PERFURARTE, 2020).

Existem diferentes métodos de perfuração de poços. Algumas empresas, como a Toda Água, mencionam três tipos principais: manual, profissional e minipoço. Este artigo, no entanto, foca nos procedimentos que seguem as regulamentações atuais, excluindo abordagens menos técnicas, promoção de práticas seguras e sustentáveis. Concluir a construção do poço não significa o fim das responsabilidades. Manutenções periódicas são essenciais para garantir a qualidade e segurança da água. A seguir, serão discutidos mais sobre os padrões regulatórios associados a essa infraestrutura (AECWEB, 2014).

3. CONCLUSÃO

A pesquisa sobre a construção de poços artesianos destaca a complexidade e a importância desse processo para o acesso sustentável e seguro a recursos hídricos subterâneos. Diante da pergunta-problema “Qual o método de construção dos poços artesianos?”, este estudo bibliográfico abrangente permitiu uma compreensão detalhada dos procedimentos técnicos, melhores práticas e tecnologias empregadas na construção de

poços artesianos.

Os objetivos gerais e específicos desta pesquisa foram atingidos ao descrever de maneira detalhada a metodologia de construção e ao analisar as vantagens e desvantagens da utilização de poços artesianos. A investigação revelou que a construção de poços artesianos requer um conhecimento técnico avançado, desde a escolha do local e a perfuração até a implementação de sistemas de revestimento e testes de bombeamento, garantindo a proteção contra contaminação e a preservação da qualidade da água.

As principais vantagens dos poços artesianos incluem a capacidade de fornecer água de alta qualidade, muitas vezes com menor necessidade de tratamento adicional, e a possibilidade de redução de dependência de sistemas de abastecimento tradicionais. No entanto, também foram identificadas desvantagens, como o alto custo inicial de perfuração e instalação, a necessidade de manutenção regular e os riscos de superexploração e contaminação se não geridos de forma adequada.

Além disso, a pesquisa enfatiza a importância de aderir às normas técnicas, como as regulamentações NBR 12.244 e NBR 12.212, que garantem a construção segura e sustentável dos poços artesianos. Essas diretrizes não apenas moldam a abordagem técnica, mas também refletem um compromisso com práticas sustentáveis e a proteção dos recursos hídricos.

Conclui-se que a construção de poços artesianos é um processo que vai além da simples perfuração; envolve um compromisso contínuo com a manutenção e a gestão sustentável para garantir a longevidade e a qualidade da água fornecida. Este estudo destaca a necessidade de uma abordagem holística e responsável, considerando tanto os aspectos técnicos quanto os ambientais e sociais, para promover o bem-estar da comunidade e a preservação dos recursos hídricos para as gerações futuras.

A adesão a práticas recomendadas e regulamentações vigentes serve como um roteiro essencial para a implementação de projetos de poços artesianos, garantindo sua eficiência e sustentabilidade a longo prazo.

Referências

AECWEB. **Poço artesiano exige estudo geológico, bom projeto e construção**: doméstico ou profundo, é a garantia de fornecimento de água para edifícios. Doméstico ou profundo, é a garantia de fornecimento de água para edifícios. 2014.

ALVES, Zedequias Machado; DE OLIVEIRA, Lilian. **Fornecimento distribuído de água**: uma analogia didática. 2022.

ANDRADE M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes Limitada, 2017.

CARVALHO, Daniel Iglesias de. Viabilidade financeira do uso de poços artesianos na construção de edifícios em Palmas/TO. 2017.

COLETTI, Tomé. Ninguém diga “desta água não beberei”: produção agropecuária e contaminação hídrica no Oeste Catarinense, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, p. PT165421, 2022.

FAGUNDES, João Paulo Rocha; ANDRADE, A. L. A. Poços artesianos: uma reflexão na perspectiva da sustentabilidade. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, 2015.

FURES, Caroline. Caracterização físico-química de água de poços artesianos no município de Cerro Largo-RS. 2018.

GRUMICKER, Merlene Gritzenco et al. Qualidade da água de poços artesianos em um assentamento do mu-

nicípio de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 807-821, 2018.

HIRATA, Ricardo et al. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. 2019.

MELO, Jéssica Krauser et al. ASPECTOS CONCEITUAIS SOBRE O USO ALTERNATIVO DE POÇOS ARTESIANOS EM ÁREAS ABASTECIDAS POR REDE PÚBLICA. **CRICTE**, 2017.

OLIVEIRA, Michael Machdo et al. Análise físico-química e microbiológica de águas de poços artesianos de uso independente. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 624-639, 2018.

PALUDO, Diego. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso.

PEREIRA, Anízia da Silva et al. **Uso de poços artesianos como fonte temporária de abastecimento hídrico no município de Bonito de Santa Fé-PB**. 2018.

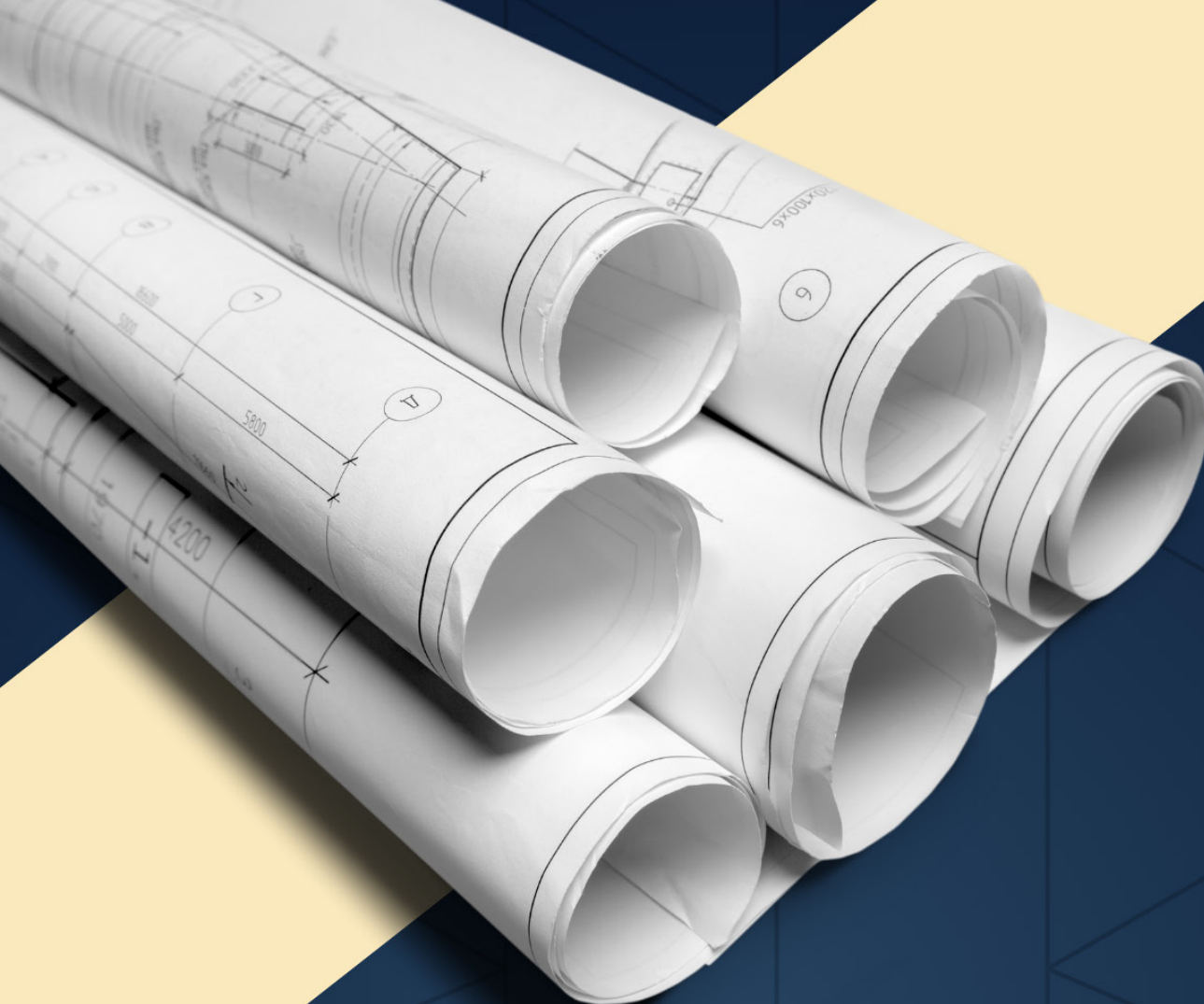
PERFURARTE. **Qual o passo a passo para a construção de poços artesianos?** 2020.

SOUZA, Beatriz Ribeiro; DE AMORIM ANDRADE, Alcilene Lopes. POÇOS ARTESIANOS: aspectos negativos da implantação. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, 2016.

TODA ÁGUA. **Qual a técnica de construção do poço artesiano e as diferenças e vantagens dos tipos de poços** (caipira, cravação e mini poço). 2021b.

VASCONCELOS, M. B.. Poços Para Captação de Águas Subterrâneas: Revisão de Conceitos e Proposta de Nomenclatura. In: XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2014, Belo Horizonte. **XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 2014.





42

IMPACTO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

**IMPACT OF ENVIRONMENTAL LEGISLATION ON WATER
RESOURCES MANAGEMENT**

**Tercilio Pereira da Silva
Mirian Nunes de Carvalho Nunes**

Resumo

Este estudo aborda a complexa interação entre a legislação ambiental e a gestão de recursos hídricos no âmbito da Engenharia Civil brasileira, evidenciando como as normas influenciam diretamente o planejamento e a execução de projetos de infraestrutura hídrica. O problema central investigado concentra-se no impacto direto das legislações ambientais sobre a prática da engenharia civil, especialmente no que tange à criação e ao desenvolvimento de empreendimentos que envolvem recursos hídricos. O objetivo geral é realizar uma análise detalhada sobre essa dinâmica, buscando clarificar as múltiplas facetas do gerenciamento dos recursos hídricos, incluindo a análise do marco regulatório, os direitos e responsabilidades dos engenheiros civis e os principais desafios encontrados no manejo eficiente da água. Para tal, foram delineados objetivos específicos, tais como a exploração aprofundada das legislações pertinentes, o exame de sua aplicação e evolução no Brasil e a identificação de estratégias para superar obstáculos práticos na implementação de projetos hídricos. Utilizando-se de uma metodologia de revisão bibliográfica, este trabalho consulta uma gama de fontes acadêmicas publicadas entre 2014 e 2024, abrangendo livros, artigos e documentos oficiais, selecionados por meio de plataformas como Scielo e Google Acadêmico. As conclusões apontam para a necessidade crítica de alinhar as práticas de engenharia às exigências ambientais, visando não apenas a conformidade legal, mas também a promoção da sustentabilidade e eficiência no uso dos recursos hídricos. Este estudo contribui para o campo da Engenharia Civil ao fornecer um panorama claro do cenário legal brasileiro relativo à gestão de recursos hídricos, ressaltando a importância de uma abordagem integrada e consciente no desenvolvimento de infraestruturas.

Palavras-chave: Legislação Ambiental. Gestão de Recursos Hídricos. Engenharia Civil. Sustentabilidade. Infraestrutura Hídrica.

Abstract

This study addresses the complex interaction between environmental legislation and water resource management in the context of Brazilian Civil Engineering, highlighting how regulations directly influence the planning and execution of water infrastructure projects. The central problem investigated focuses on the direct impact of environmental legislation on the practice of civil engineering, especially with regard to the creation and development of projects involving water resources. The overall objective is to carry out a detailed analysis of this dynamic, seeking to clarify the multiple facets of water resource management, including the analysis of the regulatory framework, the rights and responsibilities of civil engineers, and the main challenges encountered in efficient water management. To this end, specific objectives were outlined, such as the in-depth exploration of the relevant legislation, the examination of its application and evolution in Brazil, and the identification of strategies to overcome practical obstacles in the implementation of water projects. Using a literature review methodology, this work consults a range of academic sources published between 2014 and 2024, including books, articles and official documents, selected through platforms such as Scielo and Google Scholar. The conclusions point to the critical need to align engineering practices with environmental requirements, aiming not only at legal compliance, but also at promoting sustainability and efficiency in the use of water resources. This study contributes to the field of Civil Engineering by providing a clear overview of the Brazilian legal scenario regarding water resources management, highlighting the importance of an integrated and conscious approach in the development of infrastructures.

Keywords: Environmental Legislation. Water Resources Management. Civil Engineering. Sustainability. Water Infrastructure.



1. INTRODUÇÃO

No cenário contemporâneo da Engenharia Civil brasileira, emerge uma questão de fundamental importância e complexidade: como a legislação ambiental interfere na gestão de recursos hídricos e quais são as consequências práticas dessa interferência no planejamento e execução de projetos de infraestrutura hídrica? Esta indagação norteia a presente investigação, cujo propósito se concentra em desvelar as múltiplas camadas de interação entre as normativas ambientais e as práticas de engenharia voltadas para a gestão hídrica. A relevância deste estudo reside não apenas na sua capacidade de aprofundar a compreensão sobre o marco regulatório existente, mas também em identificar os desafios que os profissionais de engenharia enfrentam ao aplicar esses regulamentos em contextos reais de desenvolvimento de projetos.

O objetivo geral desta pesquisa é conduzir uma análise minuciosa sobre como a legislação ambiental se entrelaça com a gestão de recursos hídricos na Engenharia Civil no Brasil. Busca-se, assim, esclarecer aspectos diversos vinculados a esse gerenciamento, desde o arcabouço regulatório até os direitos assegurados aos profissionais de engenharia e os desafios intrínsecos ao manejo eficiente dos recursos hídricos.

Delineiam-se, também, objetivos específicos que orientam a investigação: primeiramente, examinar detalhadamente a estrutura e aplicação da legislação ambiental relativa à gestão de recursos hídricos na Engenharia Civil, apreendendo sua origem, evolução e o estado atual no Brasil. Em seguida, propõe-se fornecer um estudo detalhado sobre as leis e regulamentos pertinentes a esta gestão em projetos de Engenharia Civil, visando oferecer uma visão holística e clara do panorama legal vigente. Por fim, visa-se avaliar os obstáculos e preocupações atrelados à implementação eficaz de projetos de recursos hídricos em conformidade com a legislação ambiental.

Adotando-se uma metodologia pautada na revisão bibliográfica, esta pesquisa revisita livros, dissertações e artigos científicos, selecionados através de bases de dados confiáveis, como Scielo e Google Acadêmico, focando em trabalhos publicados nos últimos dez anos. As palavras-chave utilizadas na busca, tais como “legislação ambiental”, “gestão de recursos hídricos” e “Engenharia Civil”, guiaram a seleção de materiais que contribuem para a construção de um discurso coeso e alinhado aos objetivos propostos.

Por meio dessa abordagem, o estudo se desenvolve com a intenção de contribuir significativamente para o campo da Engenharia Civil, fornecendo insights valiosos sobre a interação entre as práticas de gestão hídrica e o ambiente regulatório brasileiro. Dessa maneira, espera-se não apenas responder à questão central da pesquisa, mas também oferecer recomendações práticas e apontar caminhos para futuros estudos na área.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho consistiu em uma Revisão Bibliográfica, com o intuito de compilar e analisar informações pertinentes à interação entre a legislação ambiental e a gestão de recursos hídricos na Engenharia Civil brasileira. Para alcançar uma compreensão abrangente do tema, foi realizada uma busca aprofundada por literatura relevante, abarcando um intervalo temporal dos últimos dez anos, de 2014 a 2024. Esta delimitação temporal foi escolhida para garantir a atualidade e a relevância das informações

coletadas, considerando a evolução recente tanto na legislação ambiental quanto nas práticas de gestão de recursos hídricos no Brasil.

As fontes de informação incluíram livros especializados no assunto, dissertações, teses e artigos científicos, selecionados principalmente através de buscas nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico. Estas plataformas foram escolhidas devido à sua abrangente coleção de publicações acadêmicas revisadas por pares, proporcionando um vasto repertório de material qualificado para a pesquisa. A pesquisa foi conduzida utilizando-se descritores e palavras-chave cuidadosamente selecionadas, tais como “legislação ambiental”, “gestão de recursos hídricos”, “Engenharia Civil” e “sustentabilidade”, visando otimizar a relevância dos resultados obtidos.

O processo de inclusão de obras no estudo foi pautado por critérios rigorosos de seleção, priorizando publicações que abordassem de forma direta a legislação ambiental relacionada à gestão de recursos hídricos e sua aplicação em projetos de Engenharia Civil no Brasil. Foram excluídos da análise aqueles trabalhos que, apesar de mencionarem o tema de forma tangencial, não contribuíam de maneira significativa para o entendimento das questões centrais propostas pelos objetivos deste estudo.

Dessa forma, a metodologia empregada permitiu a construção de um quadro teórico robusto, embasando a análise dos resultados sob uma perspectiva crítica e informada. Este enfoque qualitativo e descritivo, característico da revisão de literatura, facilitou a exploração das dinâmicas entre as práticas de engenharia e o quadro legal vigente, sem a necessidade de proposição de hipóteses ou intervenções. Assim, a pesquisa contribuiu para um aprofundamento teórico acerca das intersecções entre a legislação ambiental e os desafios enfrentados na gestão de recursos hídricos pela Engenharia Civil, delineando as implicações práticas dessas relações no contexto brasileiro atual.

2.2 Resultados e Discussão

Ao adentrar o capítulo de resultados e discussões, este trabalho desvela um panorama intrincado, onde a tecitura das leis ambientais se entrelaça com a prática da engenharia civil na gestão dos recursos hídricos brasileiros. A jornada até este ponto revelou-se uma expedição através de complexas camadas de legislação, práticas sustentáveis e desafios técnicos. Este capítulo é o palco onde os dados colhidos se encontram com o crivo analítico, permitindo que se destaquem padrões, se desvendem correlações e se confrontem as realidades práticas com os ideais legislativos. Aqui, os resultados não apenas refletem a eficácia das políticas e práticas atuais na gestão hídrica, mas também servem como um espelho, refletindo o quanto as ambições ambientais do Brasil estão alinhadas - ou desalinhadas - com as realidades no campo da engenharia civil. Este é um convite para adentrar a discussão, armados com a compreensão de que cada número, cada gráfico e cada análise carrega em si as histórias das águas que percorrem o vasto território brasileiro, moldando e sendo moldadas pelas mãos da engenharia e da legislação.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabelece os fundamentos do direito ambiental e dos recursos hídricos no país, marcando um momento histórico para a legislação ambiental brasileira. Este marco constitucional reconhece o meio ambiente como um bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Especificamente para a Engenharia Civil, a Constituição impõe a necessidade de projetos que considerem a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais, destacando-se a importância da água como recurso essencial à vida (BRASIL, 1988).



Seguindo a orientação constitucional, a Lei nº 9.433, de 1997, conhecida como a Lei das Águas, introduziu a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo diretrizes que enfatizam a gestão integrada e a utilização sustentável da água. Para os profissionais de Engenharia Civil, essa lei é fundamental, pois ela orienta a elaboração de projetos de infraestrutura hídrica, assegurando que o uso da água seja feito de forma racional e sustentável, respeitando os demais usos desse recurso. Além disso, a lei promove a participação do setor público, da sociedade civil e dos usuários na gestão dos recursos hídricos, incentivando a adoção de práticas que minimizem impactos ambientais negativos (BRASIL, 1997).

A criação da Agência Nacional de Águas (ANA), pela Lei nº 9.984 de 2000, fortaleceu o sistema de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil, atribuindo à agência a responsabilidade pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa legislação é de suma importância para a Engenharia Civil, visto que a ANA atua na regulação dos usos da água e na implementação de projetos que visam à conservação e à utilização sustentável dos recursos hídricos. A atuação da ANA é crucial para garantir que os empreendimentos de engenharia sigam os princípios de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente (BRASIL, 2000).

Com a promulgação da Lei nº 12.651, de 2012, conhecida como o novo Código Florestal, foram estabelecidas regras claras para a conservação da vegetação nativa, incluindo as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Reservas Legais, que são de grande relevância para a gestão de recursos hídricos em projetos de Engenharia Civil. Esta lei tem um papel crucial ao definir limites e condições para o uso da terra, protegendo especialmente os corpos d'água e suas margens. A observância do Código Florestal nos projetos de engenharia assegura a proteção dos recursos hídricos e a manutenção da biodiversidade, além de promover práticas de uso do solo ecologicamente responsáveis (BRASIL, 2012).

A Resolução CONAMA nº 357, de 2005, é outro instrumento legal essencial, pois classifica os corpos de água do Brasil e estabelece padrões de qualidade da água, fundamentais para a execução de projetos de engenharia que interajam com estes recursos. Por meio desta resolução, os engenheiros civis têm diretrizes claras sobre os padrões de emissão de efluentes e sobre a qualidade da água necessária para diferentes usos, garantindo que os projetos conduzam à manutenção ou melhoria dos padrões de qualidade dos corpos hídricos (BRASIL, 2005).

Além disso, a Resolução CONAMA nº 396, de 2008, complementa o quadro legal de gestão de recursos hídricos ao estabelecer critérios para classificação dos poços de monitoramento e para a amostragem em áreas contaminadas. Esta resolução é particularmente relevante para a Engenharia Civil no que se refere à gestão ambiental de obras e projetos, especialmente em áreas urbanas e industriais, onde o risco de contaminação dos recursos hídricos é significativo. Ao estipular normas para o monitoramento da qualidade da água subterrânea e para a intervenção em locais contaminados, esta legislação assegura que os engenheiros civis adotem práticas que protejam os recursos hídricos e previnam danos ambientais. Através dessa regulamentação, promove-se a responsabilidade ambiental nos projetos de engenharia, garantindo a identificação e a remediação de contaminações de forma eficaz e segura (BRASIL, 2008).

Entender a interação entre a legislação ambiental e a gestão de recursos hídricos no contexto da engenharia civil brasileira revela desafios e oportunidades na condução de projetos de infraestrutura hídrica. A adequada aplicação das leis ambientais durante o planejamento, desenvolvimento e execução desses projetos é crucial para assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos. Esse processo envolve uma compreensão profunda das normativas que regem o uso da água, bem como dos princípios de conservação

ambiental, os quais devem estar alinhados às necessidades sociais e econômicas. As políticas públicas implementadas, especialmente em regiões vulneráveis como o semiárido, refletem a importância de um acesso equitativo à água, sublinhando a necessidade de projetos de engenharia civil que integrem práticas de gestão sustentável dos recursos hídricos (ANDRADE; NUNES, 2014).

A classificação de unidades ambientais em bacias hidrográficas, como realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sanabani, ilustra a importância de uma abordagem detalhada no planejamento ambiental. Este tipo de estudo oferece subsídios valiosos para a engenharia civil, ao fornecer dados cruciais para o desenvolvimento de projetos de infraestrutura que respeitem as características naturais e as demandas socioambientais específicas de cada região. A integração desses dados no processo de planejamento contribui significativamente para a minimização de impactos negativos, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos (ABREU; VIEIRA, 2020).

Nos últimos anos, a crescente pressão sobre os recursos hídricos tem levado a um debate sobre o desenvolvimento e a implementação de polos de irrigação, especialmente no nordeste do Brasil. A expansão da irrigação representa uma dupla faceta: por um lado, potencializa a produção agrícola em regiões áridas; por outro, impõe desafios significativos à gestão sustentável da água. Nesse sentido, a legislação ambiental desempenha um papel fundamental ao estabelecer limites e diretrizes para o uso da água na agricultura, assegurando que tais práticas não comprometam a disponibilidade de recursos hídricos para as gerações futuras (BUAINAIN; GARCIA, 2015).

A questão da crise hídrica e seu impacto no setor energético também evidencia a complexidade da gestão de recursos hídricos na engenharia civil. Conflitos pelo uso múltiplo das águas, especialmente entre a geração de energia e outras demandas, como abastecimento humano e irrigação, ressaltam a necessidade de uma legislação ambiental robusta. Essa legislação deve promover um equilíbrio entre os diversos usos da água, garantindo a sustentabilidade dos projetos de infraestrutura hídrica e a segurança hídrica da população (GALVÃO; BERMAN, 2015).

O processo de licenciamento ambiental representa um dos maiores desafios para a execução de projetos de infraestrutura hídrica na engenharia civil. A necessidade de simplificação desse processo, sem comprometer a rigorosidade da avaliação ambiental, é uma questão central para o setor. Procedimentos de licenciamento mais ágeis e eficientes podem contribuir significativamente para a implementação de projetos que sejam ao mesmo tempo economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis. Assim, a legislação ambiental cumpre o papel de facilitadora do desenvolvimento de infraestruturas que respeitem os princípios da conservação ambiental e da gestão responsável dos recursos hídricos (GARBACCIO *et al.*, 2018).

Além disso, a interação entre gestão municipal e direitos humanos destaca a importância da participação comunitária na gestão dos recursos hídricos. Projetos de engenharia civil que afetam a disponibilidade e qualidade da água têm um impacto direto no bem-estar das comunidades. Nesse contexto, a legislação ambiental brasileira enfatiza a necessidade de mecanismos que assegurem a inclusão social e a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas à gestão hídrica. Esta abordagem fortalece a transparência e a accountability, promovendo uma gestão de recursos hídricos que não apenas atenda às exigências técnicas e ambientais, mas também às demandas sociais. A inclusão da perspectiva dos direitos humanos nos projetos de engenharia civil, portanto, é essencial para garantir que o acesso à água seja tratado como um direito fundamental, assegurando que todas as comunidades tenham acesso equitativo a esse recurso essencial. (SOUSA; LIMA; KHAN, 2015).



3. CONCLUSÃO

Com a exploração sobre a intersecção da legislação ambiental com a gestão de recursos hídricos na Engenharia Civil no Brasil, emergem reflexões profundas sobre os desafios e as conquistas neste campo de atuação. Este trabalho procurou desvendar como as normativas ambientais influenciam diretamente o planejamento e a execução de projetos de infraestrutura hídrica, um empreendimento que se revelou tão complexo quanto crucial para a sustentabilidade do desenvolvimento brasileiro. A análise minuciosa da legislação, desde sua gênese até seu estado atual, demonstrou não apenas sua evolução, mas também a forma como molda o cenário dentro do qual os engenheiros civis operam.

Os objetivos propostos foram atingidos, na medida em que o estudo ofereceu um panorama abrangente do marco regulatório vigente e dos direitos e responsabilidades dos profissionais de engenharia. A pesquisa elucidou os desafios inerentes à implementação eficaz de projetos de recursos hídricos, identificando estratégias que promovem a harmonia entre desenvolvimento e sustentabilidade. No entanto, as limitações do estudo, como a dinâmica em constante mudança das leis e o escopo limitado da análise, sugerem que o diálogo entre a legislação ambiental e a prática da engenharia civil é um campo fértil para pesquisas futuras.

Um dos principais aprendizados deste trabalho reside na compreensão de que, embora a legislação ambiental brasileira forneça uma estrutura sólida para a gestão de recursos hídricos, existem desafios significativos na sua aplicação prática. A complexidade das leis, aliada à necessidade de atualização constante diante de novas realidades ambientais e tecnológicas, pode dificultar a plena realização dos projetos de infraestrutura hídrica. Assim, recomenda-se uma contínua revisão e adaptação das políticas e práticas, garantindo que elas estejam alinhadas com os princípios de sustentabilidade e eficácia.

Para trabalhos futuros, sugere-se aprofundar a investigação sobre as interfaces específicas entre a legislação ambiental e os diversos tipos de projetos de engenharia civil relacionados à água, explorando, por exemplo, estudos de caso que ilustrem tanto sucessos quanto desafios. Além disso, seria produtivo explorar o impacto das tecnologias emergentes na gestão de recursos hídricos, bem como as percepções e práticas dos profissionais da engenharia civil diante das exigências legais e ambientais.

Portanto, este estudo lança luz sobre a importância de uma legislação ambiental robusta e dinâmica para a sustentabilidade dos projetos de infraestrutura hídrica no Brasil. A interação entre a engenharia civil e a legislação ambiental é fundamental para o futuro dos recursos hídricos no país, requerendo uma atenção contínua e um compromisso com a inovação, a eficiência e a preservação ambiental.

Referências

ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. Acesso à água no semiárido brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço (UFVJM)**, Diamantina, v. 3, n. 2, p. 28-39, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufvjm.edu.br/revista-espinhaco/article/view/52/54>. Acesso em: 15 mar. 2024.

ABREU, Nádia Rafaela Pereira de; VIEIRA, Antonio Fábio Sabbá Guimarães. Classificação de Unidades Ambientais na Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Sanabani (BHS), em Silves-Amazonas. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 192-217, dez. 2020. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/ateliê/article/view/63189>. Acesso em: 03 mar. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Estabelece os fundamentos do direito ambiental e dos recursos hídricos no país. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 03 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 05 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 07 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 09 mar. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 12 mar. 2024.

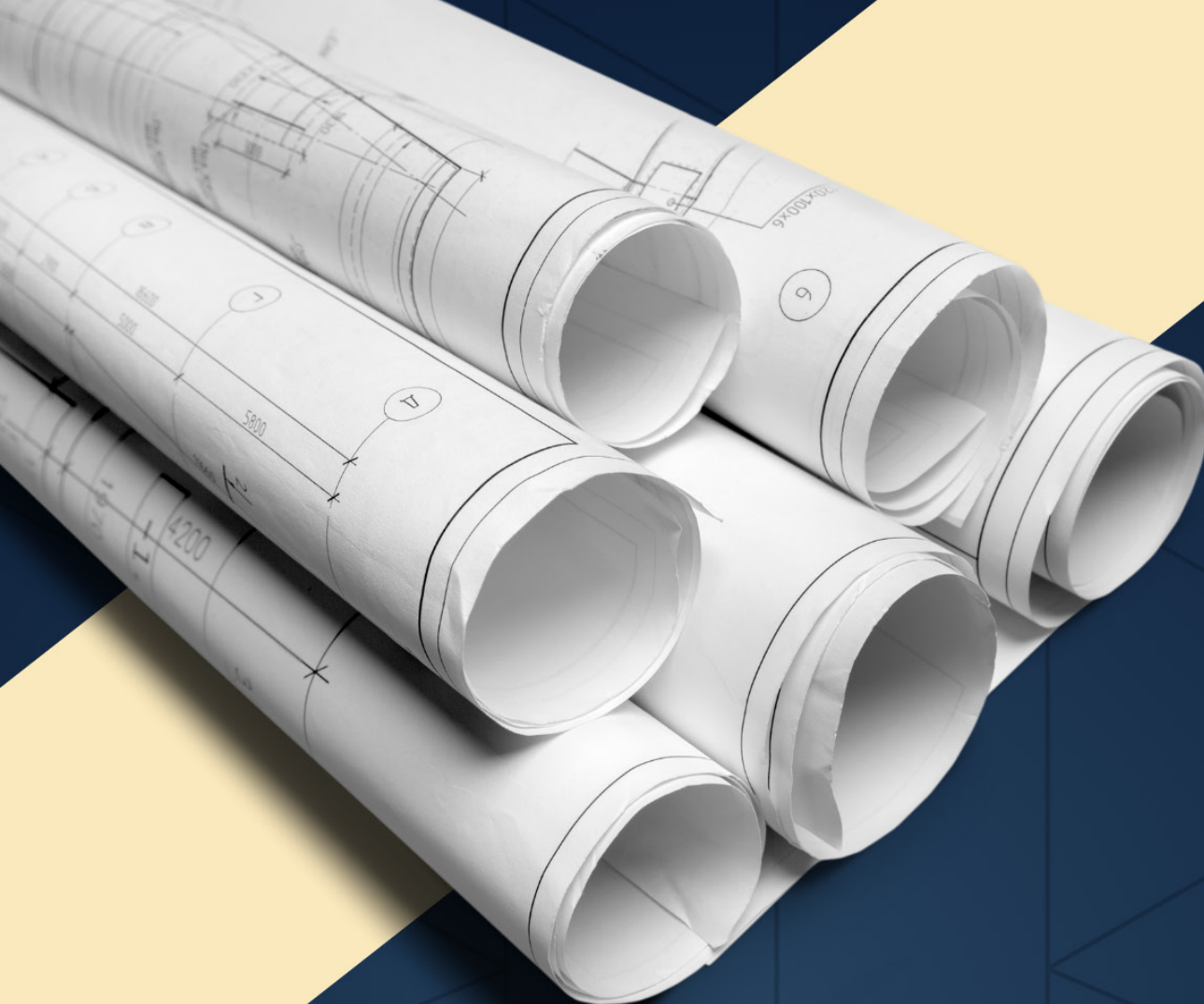
BRASIL. **Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para a inserção de poços de monitoramento e amostragem em programas de investigação de áreas contaminadas, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>. Acesso em: 14 mar. 2024.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Polos de irrigação no nordeste do Brasil: desenvolvimento recente e perspectivas. **Confins**, São Paulo, n. 23, 2015. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/10031?lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2024.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 43-68, maio/ago. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/vkWLM6pfvzMG-j8NxysXHbZm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar. 2024.

GARBACCIO, Grace Ladeira *et al.* Licenciamento ambiental: necessidade de simplificação. Centro Universitário CESMAC - Maceió/Alagoas. **Justiça do direito v. 32**, n. 3, p. 562-582, set./dez. 2018. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/handle/11037/50592?mode=full>. Acesso em: 08 mar. 2024.

SOUSA, M. C.; LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S. Mecanismos de gestão municipal e a promoção dos direitos humanos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 4, p. 985-1009, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/8BPWhwdSdyQWCyXNpBzYgpr/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2024.



43

RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

RECYCLING OF SOLID CONSTRUCTION WASTE

**Ricardo Felipe Sousa Paiva
Jose Átila Matos Aroucha Júnior**

Resumo

A necessidade de diminuição do desperdício com matérias na construção civil e reaproveitamento de resíduos no canteiro de obras surgiu do dever de diminuir os efeitos no meio ambiente. Com isso as tecnologias de reciclagem de entulhos têm se destacado no setor da construção civil. Equipamentos como britadores, separadores e peneiras são utilizados para processar e separar os resíduos em diferentes frações, permitindo a recuperação de concreto, tijolos, metais e outros materiais recicláveis. O projeto trata de um estudo teórico, com base em pesquisas bibliográficas e documentais sobre o tema. Conclui-se que são raras as empresas de Construção Civil que realizam um estudo de perdas para melhorar seu desempenho e lucratividade, o que torna as obras muito mais caras do que deveriam ser, porém, se o gerenciamento de resíduos for implementado, de forma eficiente poderá sim gerar economia financeira e diminuição nos desperdícios de matérias e um reaproveitamento total dos resíduos que são gerados em obras.

Palavras-chave: Construção Civil. Resíduos sólidos. Reaproveitamento de Resíduos. Reciclagem de Resíduos. Diminuição de desperdício.

Abstract

The need to reduce waste with materials in civil construction and reuse waste on the construction site arose from the duty to reduce the effects on the environment. As a result, waste recycling technologies have gained prominence in the construction sector. Equipment such as crushers, separators and sieves are used to process and separate waste into different fractions, allowing the recovery of concrete, bricks, metals and other recyclable materials. The project deals with a theoretical study, based on bibliographical and documentary research on the topic. It is concluded that Civil Construction companies are rare that carry out a loss study to improve their performance and profitability, which makes the works much more expensive than they should be, however, if waste management is implemented efficiently, it can rather, generating financial savings and a reduction in material waste and total reuse of waste generated during construction work.

Keywords: Civil Construction. Solid waste. Reuse of waste. Recycling of waste. Reduction of waste.



1. INTRODUÇÃO

A intensa produção de resíduos sólidos de origem da construção civil é um dos grandes problemas ambientais na atualidade, decorrente da expansão urbana, do crescimento populacional desordenado, das inúmeras construções, aliado a melhoria do poder aquisitivo e a cultura do consumismo, são aspectos relevantes para a formação de algumas problemáticas, tal qual a da destinação inadequada dos resíduos sólidos produzidos na construção civil.

Desse modo, é notório a geração de vultosas quantidades de resíduos sólidos das mais diversas naturezas. Frente a esta perspectiva há uma grande preocupação acerca da gestão desses materiais, além de se tornar um dos grandes desafios para a gestão pública.

Sobreleva ainda que, por muitos séculos o homem fez uso em larga escala dos recursos naturais, desprovido da preocupação da escassez de tais ecossistemas, sendo as sobras de materiais abandonadas em aterros, rios e córregos, ou seja, não se dava uma destinação correta. Com a devastação ambiental, surgiu os cuidados em racionalizar os materiais, dando assim o primeiro passo para o fomento do reuso e reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil para múltiplos itens no segmento industrial, bem como a sociedade buscou também criar vários produtos.

A reciclagem destes materiais é fundamental para a promoção da proteção ambiental, sendo largamente utilizada em diversos países ao redor do mundo. Contudo, é notório que no Brasil ainda é incipiente iniciativas voltadas para criar novas destinações aos resíduos sólidos da construção civil.

A ausência do Plano de Gerenciamento, ou até mesmo de planejamento, resulta na geração dos resíduos, sendo um dos principais problemas das Construtoras. Inicialmente, o resíduo é oriundo do material de consumo, pelo qual as empresas pagam alto valor, para contratação da mão-de-obra para cuidar do resíduo na obra, além dos gastos com transporte e destino final.

Neste contexto, como o incentivo a reciclagem de resíduos da construção civil pode gerar benefícios ao meio ambiente e renda para quem recicla ou reaproveita os resíduos?

Sob a perspectiva do referencial teórico a Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo, contribuir para o desenvolvimento sustentável, com a redução de impactos socioambientais, minimizando a retirada de recursos da natureza, incentivar a reutilização de materiais descartados, utilizando novas tecnologias e aumentando a vida útil de aterros, bem como a criação de alternativas tecnológicas de menor custo para construção civil. São objetivos específicos deste estudo descrever o contexto histórico e teórico sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil; descrever o processo de demanda e retirada de matéria prima da natureza, bem como a exploração dos recursos naturais; fomentar a redução do envio de resíduos da construção civil para aterros, aumentando assim a sua vida útil; destacar a importância do engenheiro civil na melhoria da gestão de resíduos sólidos da construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para estudar o problema descrito será realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema, com um trabalho de natureza descritiva e qualitativa, e uso na fundamentação teórica, usando como base de dados trabalhos acadêmicos, artigos na internet, periódicos nacionais e/ou internacionais e livros.

Vale ressaltar que todos os trabalhos que serão utilizados como fontes utilizando-se as seguintes bases de dados: Google Acadêmico, SciELO a partir da questão norteadora: Como o incentivo a reciclagem de resíduos da construção civil, pode gerar benefícios ao meio ambiente e renda? possuir alguma relação ao tema proposto, e por fim, desfrutar de caráter científico, constituindo-se como os métodos de inclusão e exclusão para a elaboração consistente deste estudo.

Na sequência, para a criação dos conhecimentos serão selecionados trabalhos utilizando como parâmetros a base de dados e os métodos citados anteriormente, associado ao uso das palavras chaves, a saber: Construção Civil; Resíduo Sólido; Produção Sustentável; Entulho; Reciclagem.

Para a realização do estudo foram definidas as etapas que a metodologia compreende, como a seleção do tipo de pesquisa, a área de abrangência, os instrumentos de coleta de dados, no período de fevereiro de 2024 a maio de 2024.

A escolha deste tema é relevante, pois uma das problemáticas enfrentadas pela sociedade refere-se à quantidade de resíduos sólidos descartada de forma inadequada no meio ambiente, uma vez que o consumo de produtos e serviços tem gerado resíduos em excesso e dispostos em locais inapropriados.

2.2 Referencial Teórico

O crescimento desordenado da população mundial, a alta densidade demográfica das grandes cidades e o crescimento econômico, estão entre as principais causas que favorecem geração de resíduos sólidos na construção civil. Esses resíduos geram danos enormes ao meio ambiente e a qualidade de vida da sociedade, podem causar enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde pública, degradação da vegetação, entre outros. A reciclagem e reaproveitamento dos resíduos podem trazer benefícios sociais, ambientais e econômicos.

Em setembro de 2011 o Ministério do Meio Ambiente publicou uma versão preliminar do documento intitulado “Plano Nacional de Resíduos Sólidos” O plano apresenta conceitos e propostas que refletem a interface entre diversos setores da economia compatibilizando crescimento econômico e preservação ambiental com desenvolvimento sustentável. É necessário soluções eficientes para minimizar os danos causados, bem como medidas que regulamentem o descarte do entulho produzido. O engenheiro civil tem papel fundamental nisso, planejando bem a obra, criando estratégias de reaproveitamento e descartando de forma correta os resíduos.

Destarte, o estudo irá contribuir para estimular a transformação da referência futura da atuação do engenheiro civil no âmbito da gestão ambiental, mais especificamente, da gestão dos resíduos sólidos oriundos dos canteiros de obras, com ampliação dos horizontes sobre metodologias de gestão e implantações de estratégias inovadoras que possam ser realizadas.



Através de uma pesquisa realizada por Franchi et al. (1993), apud Lima (1999) foi calculado o desperdício total dos materiais, estando inclusos nos resultados a parcela que sai da obra como entulho e a parcela que fica incorporada à obra. Segundo os autores, os insumos estudados representam aproximadamente 20% dos custos das obras.

Com tanto desperdício na construção o setor se viu obrigado a promover o conceito de sustentabilidade na elaboração de seus projetos.

Segundo a Norma Brasileira ABNT NBR – 10004 (2004) Classificação de Resíduos Sólidos (de 30 de novembro de 2004) e o Art. 3º, inciso XVI da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada em 23 de dezembro de 2010, os resíduos sólidos encontram-se em estado sólido e semissólido, são materiais descartados resultante de atividade humana da sociedade, sendo de origens diversas, da indústria, domiciliar, área da saúde, agricultura, da construção civil e comércio. Incluem-se materiais orgânicos em decomposição que são inviáveis seu retorno na rede de tratamento de esgoto, inclusive os dejetos que ficam economicamente inviáveis até com as mais sofisticadas tecnologias a disposição.

Segundo o Art. 2º da Resolução CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente, nº 307 (de 05 de julho de 2002), os Resíduos da Construção Civil (RCC) são definidos como materiais oriundos de edificações, reparos e reformas, além de demolição de construções, assim como os resultantes de terraplanagem e alteração do solo, podendo ser chamados de entulhos.

A variabilidade de substâncias e materiais que compõem os resíduos demarca a sua heterogeneidade e complexidade de gestão. Conhecendo as suas características, é possível avaliar o potencial de aproveitamento e as consequências resultantes do seu desaproveitamento. Uma análise do Ciclo de Vida dos resíduos permite aferir qualitativamente e quantitativamente as consequências positivas ou negativas, que imputam ao Ambiente (RODRIGUES, 2005).

De acordo com a PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos, nº 12.305 (de 02 de agosto de 2010), os resíduos sólidos são classificados:

I - Quanto à origem:

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de edificações, incluídos os que resultam do preparo e escavação de terrenos para obras;

- i) Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Quanto à periculosidade:

- a) Resíduos perigosos: aqueles que, por suas características de inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos, patogênicos, carcinogênicos, e teratogenicidade, apresentam grande risco à saúde pública quanto ao meio ambiente, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

De acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR – 10004:2004 Classificação de Resíduos Sólidos (de 30 de novembro de 2004), os resíduos podem ser classificados em Classe I e II, sendo Classe I os perigosos e Classe II os não perigosos, se subdividindo ainda em não perigosos não inertes e não perigosos inertes.

Os resíduos de classificação I (perigosos) tem em sua característica a periculosidade, pois suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas são de relevante risco à saúde pública e ao meio ambiente. Estes podem apresentar característica inflamável, corrosiva, reativa, tóxica e/ou patogênica.

Os resíduos de classificação II (não perigosos) podem ser não inertes, ou inertes. Os não inertes não se enquadram como perigosos, nem como inertes e podem ser biodegradáveis, combustíveis ou solúveis em água. Já os inertes são todos os resíduos que segundo a ABNT NBR 10007 (Amostragem de resíduos sólidos), quando amostrados e submetidos a um contato de forma dinâmica e estática com água deionizada ou destilada, em temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006 (Obtenção do extrato solubilizado de resíduos sólidos), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção do aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002 (de 2002), os Resíduos de Construção Civil podem ser classificados como resíduos de classe A, B, C ou D.

1. Resíduos de classe A, são resíduos que podem ser reaproveitados ou reencaminhados para reciclar como os provenientes de obras novas, demolidas, ou reformadas, e renovações de construções (tijolos, blocos, telhas, cerâmicas, placas de revestimento), materiais como o concreto e a argamassa além dos resíduos resultantes da terraplanagem;
2. Resíduos da classificação B são recicláveis com outros destinos (plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, etc...).
3. Resíduos classe C, para esse tipo de resíduo não possui tecnologia ou aplicação que possibilite ou que permita seu reaproveitamento, tais como os produtos nativos do gesso; já os resíduos de classe D, perigosos naturais do processo de construção e de demolição, tais como tintas, solventes, óleos e outros; e os que são de origem modificações que passam por repaginação como os de clínicas radiológicas.

Segundo Almeida *et al.* (2004), as políticas ambientais são aquelas políticas que apresentam uma preocupação explícita quanto à proteção, conservação e uso dos recursos

naturais e do meio ambiente. Essas políticas, expressas na legislação e na organização institucional correspondente, definem os instrumentos de intervenção do Estado na administração dos recursos e da qualidade do meio ambiente.

A Legislação Ambiental é considerada como maior instrumento que disciplina condutas para a preservação dos recursos naturais. A conscientização sobre a necessidade de conservação e preservação do meio ambiente para os presentes e futuras gerações é fundamental. O conhecimento da lei para entendimento dos deveres e prerrogativa dos cidadãos é imprescindível.

No Brasil, os resíduos sólidos se classificam seguindo os critérios da Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA), com algumas adaptações (CAMERA, 2010). Logo abaixo, serão apresentadas as Legislações Ambientais pertinentes aos resíduos sólidos:

- Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 23 de dezembro de 2010 - Dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, a responsabilidade daqueles que geram e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

De acordo com o Art. 6º desta, serão apresentados os princípios, conforme a seguir:

- I - A prevenção e a precaução;
- II - O poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
- III - A visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- IV - O desenvolvimento sustentável;
- V - A ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;
- VI - A cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- VII - A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII - O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- IX - O respeito às diversidades locais e regionais;
- X - O direito da sociedade à informação e ao controle social;
- XI - A razoabilidade e a proporcionalidade.

- CONAMA – Resolução 307/2002, de 05 de julho de 2002 - Primeira Resolução no Brasil a estabelecer regras, medidas e técnicas que auxiliem e melhorem a administração dos Resíduos da Construção Civil (RCC), tomando as ações disciplinares necessárias para a minimizar os impactos no meio ambiente.
- Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012 - Dispõe sobre a alteração da Resolução nº 307 de 05/07/2002, que estabelece normas, parâmetros, e métodos para a melhoria da administração desses resíduos gerados pela construção civil. Especifica, ainda, que os causadores deverão ter como meta prioritária a não criação desses resíduos e, a redução, reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos

e a disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos. Ainda especifica que os resíduos da construção civil não serão permitidos seu descarte em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas impróprias, nascente d'água, terrenos vazios e em áreas protegidas por Lei. Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos grandes geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequada aos resíduos. Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental serão analisados dentro do processo de licenciamento, junto aos Órgãos competentes.

- NBR 10.004:2004 - Esta Norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.
- NBR 10.005:2004 - Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados pela ABNT NBR 10004 como classe I – perigosos - e classe II – não perigosos.
- NBR 10.006:2004 - Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, visando diferenciar os resíduos classificados na ABNT NBR 10004 como classe II A - não inertes – e classe II B – inertes.
- NBR 10.007:2004 - Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos.
- NBR 12.235/1987 - Dispõe sobre o armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos, que fixa condições exigíveis para armazenamento de resíduos sólidos perigosos, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
- NBR 7500/2009 - Esta Norma estabelece a simbologia convencional e o seu dimensionamento para produtos perigosos, a ser aplicada nas unidades de transporte e nas embalagens, a fim de indicar os riscos e os cuidados a serem tomados no transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento, de acordo com a carga contida. Também estabelece características complementares ao uso dos rótulos de risco, dos painéis de segurança, dos rótulos especiais e dos símbolos de risco e de manuseio, bem como a identificação das unidades de transporte e o emprego de rótulos nas embalagens de produtos perigosos, discriminados na Portaria nº 204 do Ministério dos Transportes. Apresenta a identificação das embalagens e os símbolos de manuseio e de armazenamento para os produtos classificados como não perigosos para transporte.
- NBR 11.174/1989 - Dispõe sobre o armazenamento de resíduos classes II A (Não-inertes) e II B (Inertes).
- NBR 13.221/1989 - Dispõe sobre o transporte de resíduos – Procedimentos. • NBR 13.463/1995 - Dispõe sobre a coleta de resíduos sólidos.
- Resolução CONAMA nº 275/2001 - Dispõe sobre a simbologia dos resíduos.
- NBR 11.175/1990 - Dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos perigosos – padrão de desempenho.
- Portaria Minter nº 53/1979 - Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos.
- NBR 15.112/2004 - Dispõe sobre os resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.

- NBR 15.113/2004 - Dispõe sobre os resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.114/2004 - Dispõe sobre os resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
- NBR 15.115/2004 - Dispõe sobre os agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos.
- NBR 15.116/2004 - Dispõe sobre os agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil. - Utilizado para pavimentação e preparo de concreto não estrutural Requisitos: Resolução CONAMA nº 307/2002.

2.3 Resultados e Discussão

Nos tempos remotos, alguns pensadores como Platão e Aristóteles demonstraram em seus escritos, certa preocupação no que tange ao comportamento humano e ao consumo. Assim, Platão pregava que a humanidade deveria reduzir ou exterminar integralmente seus apetites e desejos, o que por outro lado, o pensador Aristóteles falava que o consumo funcionava como o contrário da nobreza, motivo pela qual o homem deveria aprimorar a virtude da moderação, devendo assim consumir apenas o necessário para sua vida e atividade política (LEMOS, 2011).

Portanto, a necessidade de conservação dos atributos e elementos naturais consiste em assegurar a biodiversidade, a manutenção dos sistemas ecológicos, diversidade das paisagens, melhoria da qualidade de vida humana, estabelecimento de condições propícias à sustentabilidade socioambiental (MANETTA *et al.*, 2016).

Nessa linha de raciocínio, o ambiente natural está sofrendo uma exploração imensa que põem em risco a estabilidade dos seus sistemas de sustentação, que tem como resultado dessa exploração excessiva, a não é dividido igualmente e uma pequena parte da população se beneficia desta riqueza. Assim, se o consumo exagerado já demonstrava desigualdade dentro de uma mesma geração, o ambientalismo veio mostrar que o estilo de vida pode frustrar a garantia de serviços ambientais equivalentes para as futuras gerações (LEONARDO, 2011).

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é determinada pela PNRS como uma reunião de atividades direcionadas para a procura de soluções para a grande quantidade de resíduos sólidos, de maneira a considerar as proporções do segmento político, econômico, ambiental, cultural e social, em prol da efetivação de um desenvolvimento sustentável da sociedade (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2017).

O Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos atua diretamente em duas etapas, a saber: na coleta, e no tratamento e deposição. Desse modo, a coleta poderá ser seletiva, especializada, indiferenciada ou seletiva de materiais recicláveis. A primeira atua na seleção de material orgânico, enquanto que a segunda recolhe produtos em específico como produtos de origem hospitalar. Já a terceira trata-se do processo de coleta tradicional, e pôr fim a quarta que se trata dos ecopontos e ecocentros que coleta produtos das classes de plásticos, metais e vidros, dando destinação correta. O tratamento e deposição final desse sistema reúne a criação de unidades de valorização, tratamento e deposição controlada (SANTOS, 2011).

Nos dias modernos, uma boa gestão dos resíduos deverá ser vinculada diretamente com o domínio sistemático do processo de industrialização, comércio, construção civil e

demais segmentos econômicos e sociais, em que o crescimento da população reflete diretamente no aumento do consumo de produtos, que está diretamente relacionada ao aumento também do número de material descartado, muitas vezes, sem o devido cuidado com o meio ambiente, sendo o abandono do material realizado em qualquer espaço (CUSTÓDIO, 2010).

Segundo Barbieri (2010), o cenário brasileiro no que tange à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, ainda, está relacionada somente as práticas para destinação final, não aos métodos de prevenção da poluição e/ou redução da geração de resíduos na fonte.

A gestão integrada de resíduos foi criada com base em uma abordagem ambiental diferente, sendo caracterizada por uma reunião de princípios que organizam o correto gerenciamento do lixo com base nos aspectos ambientais e econômicos, em prol de sedimentar uma maneira sustentável e socialmente aceitável para o bem-estar social (BERTICELLI; PANDOLFO; KORF, 2017).

A terminologia integrada remete a ideia de uma visão holística, que reúne todos os cursos de produção de resíduos, a fim de elaborar estratégias para o controle dos resíduos de formato sólidos, líquidos e gasosos. É notório asseverar que diante da vasta flexibilidade e peculiaridades de cada região e das condições locais, a gestão integrada de resíduos não determina soluções padronizadas, apenas destaca princípios para nortear as atividades, em que cada região deverá criar sistemas próprios como respostas aos problemas que assolam sua localidade (NASCIMENTO, 2012).

Os sistemas de gestão dos resíduos sólidos quando bem planejados, tem seu funcionamento conectado a todas as esferas da sociedade, em que as partes interessadas participam do planejamento, implementação, e monitoramento das mudanças. Assim, as partes que possuem interesse nesse sistema são compostas por prestadores de serviços, os clientes e a agentes externos, com a inclusão do governo nacional e local, que tem a tarefa de organizar os aspectos e condições para que esse sistema seja implantado e tenha bons resultados, em que se vislumbra uma mudança real, consistente, com valorização do meio ambiente e conseqüentemente, da qualidade de vida da sociedade (SANTOS, 2011).

Na seara da construção civil, nota-se que está em constante crescimento, no que tange as metodologias e técnicas de construção, a fim de promover maior segurança e durabilidade da estrutura predial atrelado ao compromisso com a qualidade ambiental da obra (MORAIS; JÚNIOR, 2018).

Nesse ínterim, o bom gerenciamento dos resíduos sólidos nos canteiros de obras seja de porte pequeno, médio ou grande, apresenta-se como primordial para a promoção da qualidade na gestão ambiental dos grandes centros urbanos. Os resíduos, também denominados de “entulho”, exigem uma correta e eficaz gestão a fim de que possa diminuir os impactos ambientais, bem como os custos no segmento social e econômico. Os “entulhos” correspondem as sobras oriundas das construções e demolições, e por conseguinte, deverão ser administrados pelo responsável na obra, desde a sua origem até a destinação final, a fim de que seja evitado ou amenizado potenciais impactos ambientais (MATTOS, 2013).

É importante destacar que são necessários maiores investimentos em formação e qualificação profissional da engenharia civil no intuito de promover maior segurança no uso das técnicas de construção, prevenção de anomalias, e adoção de metodologias que promova maior controle dos problemas ambientais relacionados aos canteiros de obras, fato que exige profissionais mais comprometidos e que estejam dispostos a oferecer melhor conforto, segurança, correto manuseio dos resíduos sólidos, compromisso ambiental e qualidade de vida aos clientes (MORAIS; JÚNIOR, 2018).

Assim, deve-se buscar a sistematização das ações da construção civil guiadas por conhecimentos técnicos, práticos e científicos, com a padronização das técnicas, e com o estímulo à formação de um novo perfil profissional. Cabe inferir então que o gerenciamento ambiental deve seguir uma análise multilateral, considerando que os problemas ambientais e suas soluções são determinados por fatores tecnológicos, bem como por questões econômicas, sociais, físicas, culturais e políticas. Sendo assim, é o sistema proposto é integrado, visando propostas sustentáveis em todos os setores (NETO, 2012).

3. CONCLUSÃO

É preciso mostrar para todos os envolvidos na cadeia da construção civil o quão importante é a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos eficiente e o quanto isso pode contribuir não só para a preservação do meio ambiente, mas também para um melhor aproveitamento dos recursos financeiros, visto que, dessa forma, seria possível economizar até 30% do custo total de uma obra, como foi comprovado no estudo de Picchi (1993). O fato é que as áreas de descarte de entulho estão cada vez mais escassas, os órgãos públicos, na busca por soluções para contornar o problema, começam a exigir que as empresas apresentem um plano de controle de resíduos de suas obras e as empresas, por sua vez, terão, de alguma forma, que se adaptarem a esse novo cenário que envolve a construção civil no Brasil. Conforme apresentado neste artigo, a geração de resíduos pela construção civil é muito volumosa e é também um dos setores responsáveis por consumir a maior parte dos recursos naturais existentes. No entanto, é também um dos setores que mais contribui para o crescimento da economia, onde a expansão tem crescido exponencialmente, devido às necessidades atuais de moradia no mercado. Diante disso, é preciso conciliar o crescimento econômico que a construção civil propicia para a economia aliada ao meio ambiente.

Embora os estudos em relação às perdas e desperdícios em canteiros de obra já venham sendo desenvolvidos no Brasil desde a década de noventa, pouco se evoluiu nesse sentido, precisa investir no avanço científico, teórico e prático na gestão dos resíduos sólidos, além de promover estratégias participativas, contextualizadas e adaptativas que permitam um progresso para o fortalecimento da infraestrutura do país. Essa ideia se fortalece ainda mais, quando grande parte dos responsáveis pelo setor construtivo reconhece que o desenvolvimento sustentável é necessário.

Conclui-se que a importância e a necessidade de implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil aplicável, visando à minimização de compra de matéria prima, danos causados a meio ambiente, perdas e desperdícios nos canteiros de obra visando à redução de custos com destinação final com os resíduos.

Referências

- BARBIEIRI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial**. Editora Saraiva, 2ª edição, 2010.
- BERTICELLI, Rodolfo; PANDOLFO, Aritana; KORF, Eduardo. A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 5, n.2, p. 711-744, 2017.
- CUSTODIO, Fernanda Valéria Pinto. **A educação ambiental na formação da cidadania**. Monografia – Centro Universitário Metodista, 2010.
- LEMONS, Patrícia Faga Iglecias. **Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

LEONARDO, Annie. **A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos**. Revisão técnica: André Piani Besserman. Tradução: Heloisa Mourão. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

MANETTA, Barbara Andrade Romano; et.al. **Unidade de conservação**. 2016. Disponível em:<www.fumec.br/revistas/eol/article/download/2959/1906>. Acesso em: 20 mai.2020.

MATTOS, Bernardo Bandeira de Mello. **Estudo do reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro**. [Monografia]: Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2013.

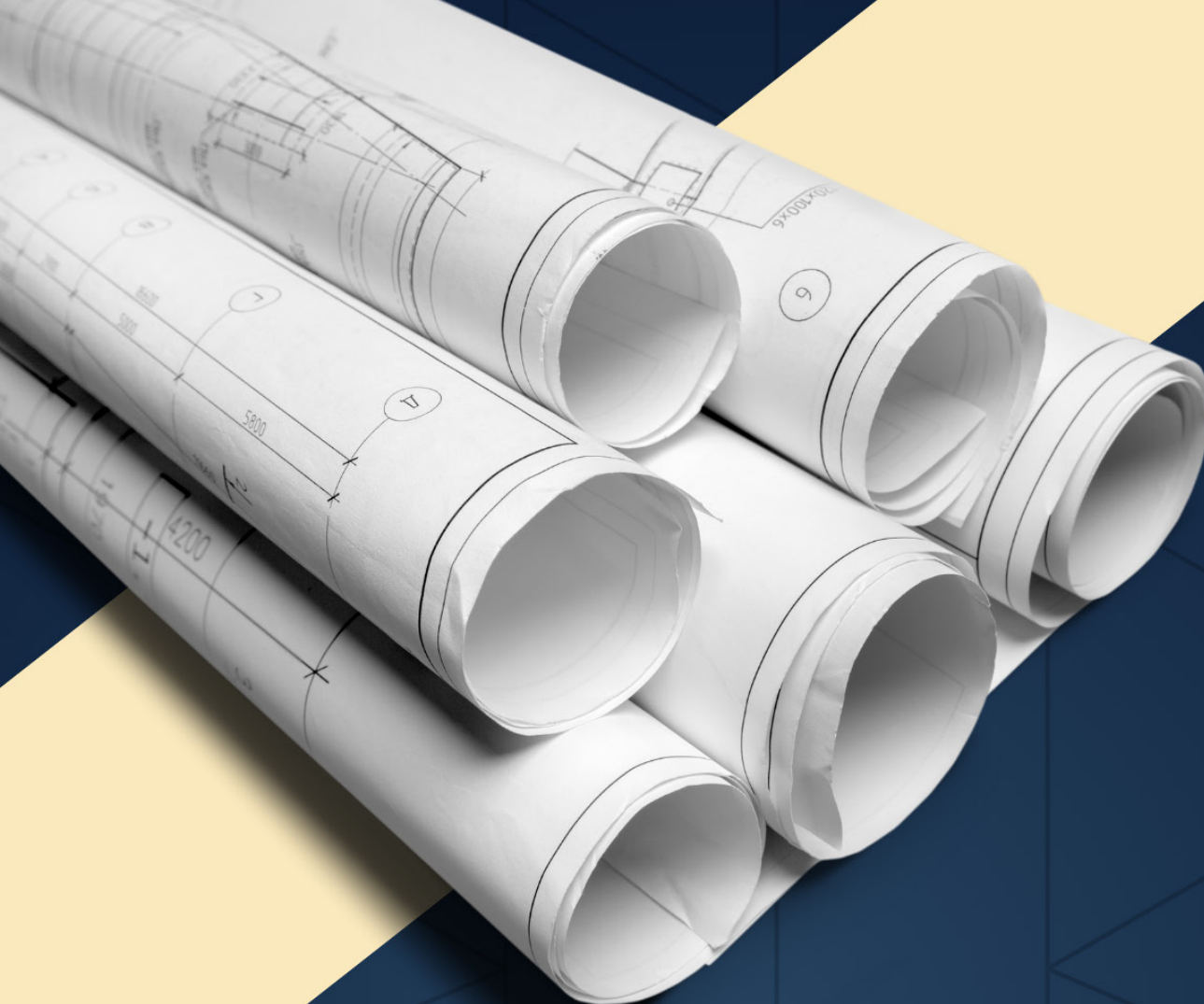
MORAIS, Gabriela; JUNIOR, Alberto Casado Lordsleem. **Gestão da manutenção em Instituição Pública**. PATORREB, 2018. Disponível em:< <http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80584.pdf>>. Acesso em: 20 mai.2020.

NASCIMENTO, Luís Felipe. **Gestão ambiental e sustentabilidade**. UFJF, 2012. Disponível em:<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/livrotexto_gestao_ambiental_sustentabilidade2.pdf>. Acesso em: 20 mai.2020.

NETO, Michel João Haddad. **Reciclagem de resíduos da construção civil - a engenheira - o engenheiro - a geração do resíduo - seu uso e alternativas**. [Monografia]: Ponta Grossa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

SANTOS, Mateus Carlos dos. **Desenvolvimento sustentável: interpretações crítico-científicas**. Universidade Estadual de Londrina, 2011.





44

**PATOLOGIAS DE CONSTRUÇÕES:
PROBLEMAS OCASIONADOS PELA
FALTA DE IMPERMEABILIZAÇÃO NA
EDIFICAÇÃO**

**CONSTRUCTION PATHOLOGIES: PROBLEMS CAUSED BY
THE LACK OF WATERPROOFING IN THE BUILDING**

**Arthur Dias dos Santos
José Atila Matos Aroucha Junior**

Resumo

Este estudo centra-se nas consequências negativas da insuficiência de impermeabilização nos edifícios e destaca a importância deste processo para a preservação e estabilidade das estruturas. A falta de impermeabilização pode levar a diversas patologias: danos aos materiais, propagação, formação de mofo e bolor. Uma pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva envolvendo consulta às bases de dados e fontes de informação dos últimos dez anos. Durante a busca, palavras-chave especiais foram utilizadas para obter uma compreensão abrangente do tema. Uma investigação mostra que a impermeabilização adequada é importante para manter a integridade do edifício, prevenir as interrupções e proporcionar um ambiente seguro e funcional. Para facilitar isso, recomenda-se que boas práticas de impermeabilização sejam inovadoras em todas as etapas do processo construtivo, tem como objetivo promover edifícios renovados e sustentáveis para as gerações atuais e futuras. Para obter resultados, é essencial utilizar métodos construtivos adequados e selecionar os materiais adequados para cada situação. Além disso, a impermeabilização deve ser realizada por profissionais específicos e de acordo com as normas e recomendações técnicas pertinentes.

Palavras-chave: Impermeabilização; Patologias de construções; Infiltrações.

Abstract

This study focuses on the negative consequences of insufficient waterproofing in buildings and highlights the importance of this process for the preservation and stability of structures. The lack of waterproofing can lead to various pathologies: damage to materials, propagation, formation of mold and mildew. A qualitative and descriptive bibliographical research involving consultation of databases and information sources from the last ten years. During the search, special keywords were used to obtain a comprehensive understanding of the topic. Research shows that adequate waterproofing is important to maintain building integrity, prevent disruptions, and provide a safe and functional environment. To facilitate this, it is recommended that good waterproofing practices be innovative at all stages of the construction process, with the aim of promoting renovated and sustainable buildings for current and future generations. To obtain results, it is essential to use appropriate construction methods and select the appropriate materials for each situation. Furthermore, waterproofing must be carried out by specific professionals and in accordance with the relevant technical standards and recommendations.

Keywords: Article, Standards, Formatting.



1. INTRODUÇÃO

A engenharia civil é um campo muito importante na sociedade, responsável pela construção de estruturas que acomodam e atendem às mais diversas atividades humanas. Porém, se uma construção não for feita de forma adequada, podem surgir vários fenômenos patológicos que prejudicam não só a estética, mas também a segurança e estabilidade do edifício. Dentre os fatores em destaque para o aparecimento de tais problemas, podemos citar a falta de impermeabilização.

A impermeabilização desempenha um papel importante na preservação das estruturas, uma vez que tem a função de proteger os elementos contra a ação da água e da umidade. No entanto, é comum observar algumas construções onde se ignorar ou usar indevidamente este elemento pode levar a uma série de consequências negativas.

Este artigo tem como objetivo analisar detalhadamente as patologias que surgem devido à falta de impermeabilização das edificações, que afetam diretamente a integridade e funcionalidade da estrutura.

Durante o texto, serão discutidas as patologias causadas principalmente pela falta de impermeabilização, incluindo a discussão dos materiais, como infiltrações, o surgimento de fungos e mofo, entre outras. Cada uma delas terá uma discussão sobre suas origens, impactos e possíveis soluções, com o objetivo de fornecer uma visão abrangente sobre os desafios enfrentados quando uma impermeabilização não é afetada durante o processo construtivo.

Além disso, será mostrado um estudo das melhores práticas e técnicas avaliadas para uma implementação adequada de sistemas de impermeabilização, enfatizando a relevância de investir nessa etapa crucial do processo construtivo. Além disso, casos de pesquisa serão discutidos e exemplos concretos que demonstram claramente os benefícios tangíveis de uma impermeabilização bem executada. Serão discutidos exemplos de concretos que demonstram claramente os benefícios tangíveis de uma impermeabilização bem executada.

De uma forma geral, este artigo tem como objetivo conscientizar os profissionais da indústria da construção civil, bem como os proprietários de edifícios, uma necessidade da impermeabilização como componente crítico para a preservação e longevidade dos edifícios.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada para este trabalho foi fornecer uma análise detalhada do significado da impermeabilização, que investiga as questões decorrentes da sua ausência nas edificações e proporcione métodos para evitar e corrigir essas questões por meio de pesquisa bibliográfica.

Pesquisa essa, selecionadas com base em sua pertinência e atualidade, livros, monografias, dissertações e artigos científicos também foram consultados para realizar o trabalho.

As fontes de informação para a pesquisa foram trabalhos científicos publicados nos

últimos 20 anos.

É importante ressaltar que palavras-chave como: patologias, erros construtivos, infiltrações, impermeabilização, diagnóstico e solução foram utilizadas na busca por artigos, com o intuito de abranger o tema em questão.

2.2 Resultados e Discussão

A análise mostrou que a falta de impermeabilização causou um processo acelerado de deterioração da estrutura. Posto isso, nos materiais de construção expostos às umidades, elementos metálicos com indicação de corrosão, a desagregação progressiva de argamassas e concretos foi notada em ambientes com maior contato com água, como cozinhas e banheiros.

Além disso, a estética e a integridade das superfícies são comprometidas com danos visíveis nos revestimentos externos e internos.

Portanto, estes resultados acabam por provar claramente e mostram quanto é importante implementar fortes medidas de impermeabilização para garantir a longevidade e segurança dos materiais utilizados na construção de uma estrutura e assim aumentando vida útil da edificação.

2.2.1 Surgimento de umidade e patologia nas construções

Na primeira análise realizada nos arquivos pesquisados, Verçoza (1991) afirma que a infiltração de fluidos nas estruturas está intimamente relacionada à presença de umidade nas edificações. Este fenômeno é não somente apenas uma das principais causas dessas patologias, mas também atua como catalisador para o surgimento de outras manifestações prejudiciais. A exposição à umidade pode apresentar inúmeras formas, sendo vinculada a umidade durante uma etapa construtiva, capilaridade, influência de chuvas, vazamentos em tubulações hidrossanitários e condensação, entre outros fatores (VERÇOZA, 1991).

De acordo com Suplicy (2012), as dificuldades causadas pela água e pela umidade são graves, pois a umidade diminui a resistência dos materiais usados, transporta sais que se cristalizam após perder água, deixa o ambiente adequado para o surgimento de fungos e mofo que favorecem a manipulação do material. A umidade tem um impacto negativo sobre as madeiras, apodrecendo-as e oxidando peças metálicas de formação (SUPLICY, 2012).

De acordo com as informações de Souza (2008), alega que umidade gerada é condição comum durante a fase de construção sendo necessário promover adequação nos processos de produção de argamassa para construção, compactação de solo e outros materiais de construção. O autor enfatiza que essa umidade tende a evaporar naturalmente em um período médio de até seis meses, o que a torna um fator pouco preponderante e, portanto, não requer atenção especial em projetos e construções de até seis meses.

A figura 1 mostra uma variedade de cenários onde podem surgir manifestações patológicas devido à presença de umidade.



Figura 1. Causas que Favorecem o Aparecimento de umidade em Construções.

Fonte: Desenho Adriana D. B. Lage, 2012

O mau funcionamento dos elementos construtivos pode ser compreendido de acordo com Bauermann (2018) como patologias na construção civil.

As goteiras figuradas na Figura 2 são causadas por falhas na impermeabilização de certos materiais, tornando-os permeáveis em relação à água, conforme afirma Marques (2021).

Figura 2: Goteira

Fonte: Adaptado de Laje (2012)

Segundo Marques (2021), pode-se concluir que na construção civil questões relacionadas à umidade nas edificações podem resultar em manifestações patológicas como ferrugem, apodrecimento, goteiras, mofo e bolor, entre outros

organismos chamados mofos e bolores, que estão indicados na figura 03, são requeridos de água e o ar para proliferar.

A umidade tornar-se um elemento essencial de desenvolvimento desses microrganismos. Em geral, os seguintes fatores estão relacionados à umidade: construção, precipi-

tação, condensação e capilaridade. (FONSECA e ROCHA, 2021; MAQUES, 2021).

Figura 3. Mofo e bolor



Fonte: Adaptado de Marques (2021).

A umidade, nas estruturas de concreto armado, é um fator que está relacionado diretamente à corrosão; ela é oxidação /ferrugem nas armaduras.

Quando as armaduras oxidam, seu o volume aumenta e causando a sua deterioração, gerando problemas estruturais (SOUZA, 2008). Dessa forma, estas manifestações podem impactar diversas áreas do edifício, muitas vezes de maneira simultânea.

Quadro 1. Tipos de evidência de umidade em edificações e as áreas susceptíveis a impactos.

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Santana (2022)

Para garantir a coesão necessária das argamassas e uma compactação adequada do solo e de outros materiais de construção, é importante manter a umidade relacionada à

etapa de execução da obra. Esse tipo de umidade é encontrado dentro dos poros das matérias, os esporos naturalmente desaparecem naturalmente após um determinado período, cerca de seis meses. (SOUZA, 2008; KLEIN, 1999).

2.2.2 Uso da impermeabilização na prevenção de umidade

Segundo Barroso (2015, p. 9) as principais funções da impermeabilização são: “aumentar a vida útil das estruturas; impedir a corrosão das armaduras de concreto; proteger as superfícies da umidade manchas e fungos; ambientes salubres”. (Barroso, 2015)

No contexto da construção civil se refere à aplicação de substâncias em determinadas fachadas de edifícios, compreendem também, a uma variedade de medidas estratégicas de mudança de mobilidade e suas estruturas contra os efeitos causados pela água e gases, além de desempenhar o papel de ensaio de segurança.

Segundo Luciano (2019), por outro lado, a impermeabilização configura - se como um mecanismo crucial para preservar a durabilidade e o conforto dos moradores do meio ambiente circundante

Portanto, fica evidente que a impermeabilização configura - se como um mecanismo crucial para preservar a durabilidade e o conforto dos residentes, bem como do ambiente envolvente (Barros 2020, Luciano 2019). A figura 4 apresenta um produto impermeabilizante.

Figura 4. Impermeabilizante VEDAPREN



Fonte - Junior e Marco (2019, p. 10).

No momento da obra, ocorre a preparação de um fluido impermeabilizante de composição asfáltica elástica, adesiva, maleável e duradoura. Entre as fontes consultadas, incluem-se a Revista de Ciência e Tecnologia – RCT, um artigo do II Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar e o Manual Técnico de Impermeabilização de Estruturas da Vedacit de 2010.

Assim como apresentado no quadro 2, que inúmeros os tipos de sistemas, tanto flexíveis quanto rígidos, os sistemas impermeabilizantes são classificados conforme a abordagem de Vedacit (2010), que está compatível com a visão de Magalhães (2019).

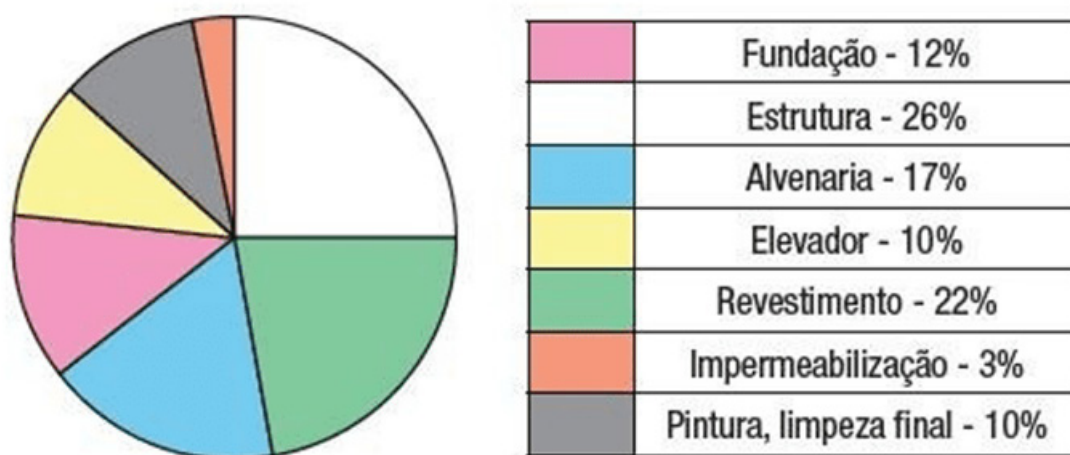
Quadro 2. Sistemas de Impermeabilização

SISTETMAS	FLEXÍVEL	RÍGIDO
APLICAÇÃO	Local SUJEITO a: movimentação; excessiva exposição solar; Variação de temperatura e tremor.	Local NÃO sujeito a: movimentação; excessiva exposição solar; Variação de temperatura e tremor.
ESTRUTURA DE APLICAÇÃO	Lavanderias; Terraços; Calhas de concreto; Banheiros; Cozinhas; Caixa d'água erguida.	Piscinas e caixa d'água submersas; alicerces; Piso Adjacente ao solo; Pilares.
TIPOS	Moldados na obra ou Tipo Pré-fabricado.	-
MATERIAIS	Tipo moldados na obra: - Membrana de asfalto e acrílico; - Argamassa Composto de polímeros. Tipo pré-fabricado: -Manta de asfalto.	- Argamassa com aditivo Impermeabilizante; - Argamassa polimérica; - Concreto impermeável.

Fonte: Primária (2021) baseado em Vedacit (2010).

Uma compreensão mais precisa dos sistemas de impermeabilização flexíveis e rígidos pode ser obtida ao analisar a tabela. Apresentado de maneira clara, ele enumera as superfícies afetadas para aplicação, os subtipos, e os materiais usados.

Em comparação com os custos de possíveis reparos patológicos e outros elementos da construção, um dos benefícios notáveis do uso de impermeabilizantes está na economia significativa, de acordo com Silva (2019) e Galvão e Resende (2019). A Figura 5 oferece uma representação visual dos gastos associados a diversos componentes de uma edificação.

Figura 5. Custos de uma obra

Fonte: Galvão e Resende (2019, p. 5).

Nas condições apresentadas no gráfico, considerando uma construção que totalize um custo global de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais), o investimento destinado

à utilização de impermeabilizante será de R\$ 4.500,00 (quatro mil e quinhentos reais). Um montante comparativamente modesto em contraste com o dispêndio destinado ao elevador, que alcança R\$ 15.000,00 (quinze mil reais).

Isso destaca a importância do uso deste elemento. Não apenas para estruturas preservação fins de preservação, mas também pelo seu impacto direto no bem-estar social geral. Mas também pelo seu impacto direto no bem-estar social geral.

3. CONCLUSÃO

A construção civil, assim como outras áreas, utiliza ferramentas essenciais como os impermeabilizantes, que têm a função de impedir a passagem de umidade e vapor nos elementos construtivos. Essa proteção evita problemas como bolores, rachaduras, fissuras e infiltrações, garantindo a segurança dos habitantes e prevenindo danos que podem afetar a sociedade e o meio ambiente.

Patologias na construção, como infiltrações, rachaduras e cristalização de sais, surgem de irregularidades e são resolvidas com a manutenção adequada. A impermeabilização é um método eficaz para proteger as construções dessas patologias, evitando danos ao imóvel e prejuízos financeiros.

Portanto, conhecer os sistemas de impermeabilização é crucial para utilizá-los corretamente e evitar desperdícios. A principal questão desta pesquisa foi identificar os benefícios da impermeabilização na construção civil. Conclui-se que o uso de impermeabilizantes proporciona segurança ao edifício, aos proprietários, à sociedade e ao meio ambiente, prevenindo desastres ao bloquear a ação da umidade e do vapor.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: Impermeabilização -Seleção e projeto, Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

GALVÃO, L. M.; RESENDE, C. D. C. **A Importância do Sistema de Impermeabilização na Prevenção de Manifestações Patológicas na Construção Civil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 2. 2019, Mineiros. Anais [...]. Mineiros: Centro Universitário de Mineiros, 2019.

MARQUES, Natany Silvério. **Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações em rio verde – Goiás**. 2021. 33 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2021.

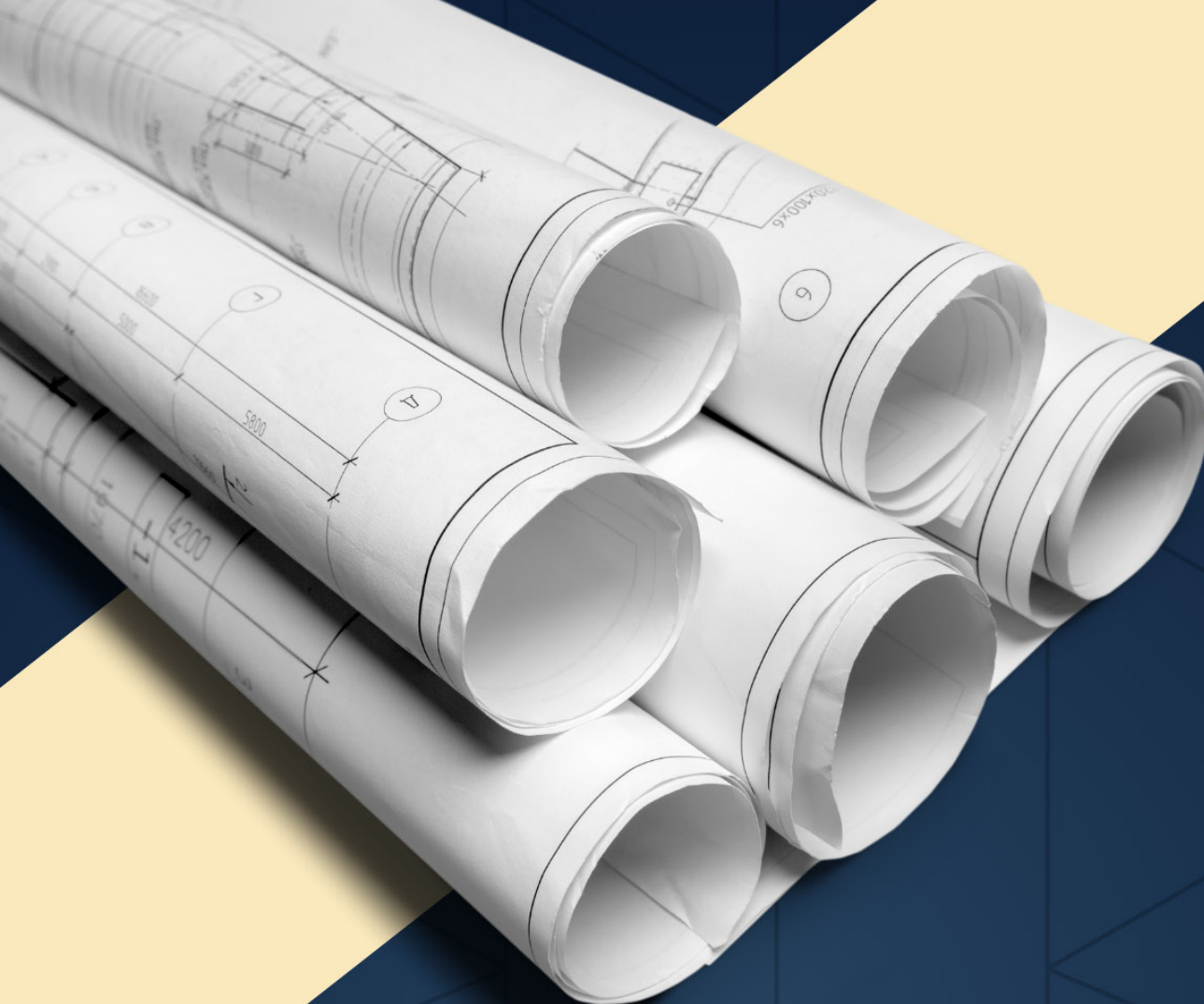
SILVA, C. M.; JUNIOR, T. L. S. **Sistemas de Impermeabilização na Construção Civil: Caracterização, Importância e Métodos de Execução**. Caderno de Graduação – Ciências exatas e tecnológicas, Alagoas, v. 5, n. 2, p. 315-328, maio, 2019.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas Edificações**. 2008. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.

SUPPLY, George Felix. **Patologias causadas pela umidade nas Edificações**. 2012. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana de Mackenzie, São Paulo, SP, 2012.

VEDACIT. **Manual técnico: impermeabilização de estruturas**. 6. ed. São Paulo, 2010. disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii/manual-sobre-impermeabilizacao>

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p



45

PATOLOGIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCO DE CONCRETO: RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL

**PATHOLOGIES IN STRUCTURAL MASONRY WITH
CONCRETE BLOCK: RECOVERY AND STRUCTURAL
REINFORCEMENT**

**Evandro Ricardo Silva Lima
Jose Átila Matos Aroucha Júnior**

Resumo

O método construtivo em alvenaria estrutural, que dispensa o uso de vigas e pilares, é uma abordagem que oferece benefícios como economia de tempo e materiais. No entanto, sua execução requer cuidado para evitar problemas, como fissuras, que podem surgir devido a diversos fatores, incluindo recalque de fundação, variações térmicas, retração, reações químicas e sobrecarga de carregamento. É fundamental que o projeto seja bem elaborado, a execução seja precisa e a qualidade dos materiais e da mão de obra seja adequada para prevenir essas patologias. Para a formação da linha de pesquisa objetivou-se identificar as causas e tratamentos das patologias em estrutural de concreto armado. Utilizou-se como metodologia, a revisão bibliográfica, onde foram dispostos alguns conceitos referentes ao método construtivo, à constituição do revestimento, suas funções e à efetivação do mesmo. Diante do exposto, a principal patologia desse sistema construtivo são as fissuras, originadas por diversas causas. Isso ressalta a importância de um conhecimento adequado sobre o método executivo correto e a necessidade de acompanhamento contínuo em todas as fases do empreendimento, desde a elaboração do projeto até a finalização do acabamento. É importante que os construtores estejam atentos a essas questões para garantir a segurança e durabilidade das construções, tomando medidas preventivas e corretivas quando necessário.

Palavras-chave: Patologia. Alvenaria. Recuperação. Reforço estrutural.

Abstract

The structural masonry construction method, which does not require the use of beams and pillars, is an approach that offers benefits such as saving time and materials. However, its execution requires care to avoid problems, such as cracks, which can arise due to several factors, including foundation settlement, thermal variations, shrinkage, chemical reactions and overload. It is essential that the project is well designed, the execution is precise and the quality of materials and labor is adequate to prevent these pathologies. The aim of creating the line of research was to identify the causes and treatments of pathologies in reinforced concrete structures. The bibliographical review was used as a methodology, where some concepts were laid out regarding the construction method, the constitution of the coating, its functions and its implementation. Given the above, the main pathology of this construction system are cracks, caused by various causes. This highlights the importance of adequate knowledge of the correct executive method and the need for continuous monitoring in all phases of the project, from project preparation to completion of finishing. It is important that builders are aware of these issues to ensure the safety and durability of buildings, taking preventive and corrective measures when necessary.

Keywords: Pathology. Masonry. Recovery. Structural reinforcement.

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural originou-se na pré-história, a partir do século XVII, e passou a ser utilizada como tecnologia na construção civil, sendo aplicada para a averiguação da sustentabilidade de arcos e domos. Já na década de 50, houve um interesse por esse tipo de construção, onde devido o período pós-guerra, aconteceu uma falta de materiais de construção na Europa, sobretudo, do aço. Com aumento nas décadas de 60 e 70, sendo assim, usada na maior parte por programas públicos.

No Brasil, a alvenaria estrutural apareceu no século XVII, mas só foi verdadeiramente reconhecida como um meio de edificação competente e econômica a partir da década de 70. Entretanto, apenas após anos de desenvolvimento, se assegurou na década de 80 e passou a ser aproveitada tanto para construções residenciais, como nas industriais. Um histórico tardio de investimento e economia da construção civil brasileira, fez com que o país não acompanhasse esse progresso em infraestrutura urbana. Junta-se a todos estes fatores, além todas as adversidades, mobilizaram a discorrer sobre o assunto destacado. O método construtivo (alvenaria estrutural com bloco de concreto) encontra-se evidente, pois aparecem problemas na execução do projeto, na mão de obra, nos materiais, na usabilidade entre outros, sendo que, isso nos leva a investigar mais sobre as patologias de alvenaria estrutural.

As patologias da alvenaria estrutural de bloco de concreto vêm a destacar a importância do investimento em qualificação da mão de obra, da orientação da compra correta de materiais, assim como da execução do projeto de forma fácil, certa e visível aos trabalhadores da construção civil, sendo que da mesma forma, nota-se que as tecnologias já propiciadas no meio vêm a mostrar novas técnicas de recuperações, além de produtos específicos para este tipo de situação.

Tem-se a oportunidade de consertar tais problemas encontrados na alvenaria estrutural de bloco de concreto, além de viabilizar reformas e reparos. Porém os custos acabam altos, devido aos problemas deparados. Devido a todo esse histórico, ressalta-se a grande importância e necessidade de se fomentar e discutir sobre as patologias em alvenaria estrutural de bloco de concreto. Dessa forma o problema de pesquisa deste trabalho foi: quais as principais causas e possíveis tratamentos das fissuras na alvenaria estrutural de bloco de concreto?

Diante dessa problemática, surgiram as seguintes hipóteses: possivelmente a causa esteja no método, o que aponta para a má preparação do projeto e falhas no processo do recebimento dos materiais; má habilitação dos profissionais que estão no mercado de trabalho, o que leva a execução feita de forma imprópria; baixa qualidade dos materiais, desde o controle de recebimento a sua estocagem, e/ou a sua má empregabilidade; armazenamento realizado de modo impróprio, sem que sofra intempéries da natureza; o emprego de máquinas impróprias para a execução de cada etapa do serviço; e a existência de esforços mecânicos como: oscilações das fundações, oscilação no teor de umidade dos solos, compressão deficiente de aterro e/ou centralização de cargas e esforços.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar as causas e tratamentos das patologias em estrutural de concreto armado. Enquanto o objetivo específico: descrever a alvenaria estrutural; identificar as principais patologias “fissuras”; e conhecer os diferentes tratamentos existentes para as patologias.



2. METODOLOGIA

Tratou-se de uma Revisão Bibliográfica, com uma pesquisa qualitativa e descritiva. Esse método de pesquisa objetiva traçar uma análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas anteriores sobre um determinado tema. Essa revisão possibilita a síntese de vários estudos já publicados, permite a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores (MACEDO, 2015, p.13).

A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização etc. (GERHARDT; SILVEIRA, 2019). Observa-se que a análise qualitativa evita números, porém envolve análises e interpretação de dados do objeto de estudo, portanto, a presente pesquisa se utilizará do método de análises de conteúdo (VERGARA, 2013).

O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos “10” anos. As palavras-chave utilizadas na busca serão: “Patologia”; “Alvenaria”; “Recuperação”; “Reforço estrutural”. A coleta de dados foi realizada por meio de fontes de pesquisa de trabalhos acadêmicos com o foco no que se pretende estudar, sites de publicações digitais de periódicos científicos como o Cadernos de Engenharia de Estruturas, Ciência & Engenharia, Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REC) e Teoria e Prática na Engenharia Civil etc. Deste modo, foi constituído uma técnica de processamento de dados para identificar o que se refere à temática do assunto.

Neste sentido, para o embasamento do presente artigo, busca-se alicerçar-se em uma revisão de literatura da área. Este método inclui pesquisa e avaliação de ferramentas à disposição e determinação ou incerteza de suas imperfeições, depende do conteúdo da informação. Foram excluídos os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão, aqueles que apresentaram duplicidade entre duas ou mais bases de dados e os artigos que após leitura pormenorizada não atendiam ao objetivo proposto nesta revisão. Após a identificação dos artigos do referido tema, realizou-se uma leitura exploratória com o objetivo de verificar se o artigo se enquadrava na temática. Em seguida, foi realizada a seleção dos artigos para a análise e posterior discussão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Alvenaria Estrutural

De acordo com Bolina, Tutikian e Helene (2020) alvenaria é o amontoado de peças sobrepostas postas em sua interface, por uma argamassa adequada, constitui-se um elemento vertical coerente. Este conjunto coerente serve para vetar cavidades, resistir a cargas procedentes da importância, requerer segurança, resistir a choques, proteção acústica dos espaços, ao fogo e isolar, colabora para a conservação do conforto térmico, além de evitar a entrada de chuva e vento no interior dos espaços. Os materiais e sistemas de construção devem ser escolhidos e projetados cuidadosamente para atender a esses requisitos, assegurando a qualidade e a sustentabilidade das construções.

Já Sampaio (2015) informa que na alvenaria estrutural é dispensado o uso das vigas e pilares e que o próprio processo construtivo é utilizado, elementos com função estrutural, sendo ela a própria alvenaria, e assim, reduzir os custos construtivos. O procedimento construtivo da alvenaria estrutural utilizam elementos que realizam a função estrutural, com alvenaria dimensionada, projetada e executada de forma coerente.

Embora a alvenaria estrutural apresente muitas vantagens, é crucial que o projeto

e a execução sejam realizados por profissionais qualificados. Um bom planejamento e a utilização de materiais de qualidade são essenciais para garantir a segurança e a eficiência do sistema construtivo. Além disso, é importante considerar as especificidades de cada projeto e localidade para determinar se a alvenaria estrutural é a solução mais adequada.

De acordo com Verçoza (2021) esse método construtivo recusa-se a aplicação de pilares e vigas que dão base as composições convencionais destacam-se então na aplicação das paredes e lajes rígidas, sendo a base fundamental da construção da edificação.

Diferente na alvenaria estrutural armada os blocos são preenchidos por graute na vertical, inclui-se os fios de aço e barras, sendo também parcialmente armada e protendida. O acompanhamento da qualidade, a resistência dos materiais, a mão de obra distinta e a conferência dos serviços aprovam a qualidade, garantia e capitalização na obra (PARSEKIAN; MEDEIROS, 2021).

Conforme Corrêa (2015) na preparação dos projetos de alvenaria estrutural é fundamental que todo o projeto trabalhe conectado (arquitetura, instalações, etc) para evitar falhas durante a execução. No levante da alvenaria é importante ter em posse o projeto e profissionais bem qualificados para seguir a padronização da construção, condicionado da melhor maneira o tempo e a empregabilidade dos materiais evitando-se desperdícios e gera aumento da produtividade e assim, proporcionar economia no andamento da obra.

3.2 Componentes da Alvenaria Estrutural

Os principais materiais utilizados nas construções de alvenaria estrutural são: bloco de concreto, argamassa, graute e armaduras, quando estrutural armada (MICHELON, 2016). Os blocos empregados na alvenaria estrutura seguem os pré-requisitos da norma ABNT NBR 6136 (2016) – (Blocos vazados de concreto simples para alvenaria), onde são constituídos por cimento Portland, água e agregados, estes blocos devem ser ásperos para obter uma boa aderência, é um elemento de muita importância, pois junto com a argamassa suporta os esforços exercidos na estrutura (SANTOS *et al*, 2021).

A argamassa tem a finalidade de unir os blocos, veda o todo, equilibra os defeitos, espalha cargas e submerge pequenas alterações, boa trabalhabilidade e competência de deter água sem modificar as suas funções primárias, exibir aumento de resistência expressiva nas primeiras horas para afrontar aos esforços da construção, absorve esforços de cisalhamento, estável, não intervir na resistência dos demais materiais e pequena taxa de deformação (MELO, 2017).

A argamassa é constituída de cimento, areia, água e cal, bem como, utiliza-se aditivos, que visa o progresso de suas propriedades (MOHAMAD, 2015). A figura 1 mostra que a argamassa tem como função fundamental solidarizar as unidades, impedir a entrada de elementos externos como a água e vento nas edificações, e ainda, serve para absorver pequenas deformações, e conduzir as tensões de forma igual entre os blocos da edificação.

Quanto à preparação da argamassa ela poderá ocorrer na obra ou na indústria, neste caso, já vem misturada e comercializada em sacas, com padrões de qualidade e características mantidas pelo fabricante, onde são apresentadas todas as especificações quanto ao produto e manuseio. A argamassa produzida no canteiro de obra tem vantagem no baixo custo, porém as chances de ocorrer problemas quanto à dosagem são maiores, inclui ainda o risco de contaminação pelas impurezas da própria obra (PARSEKIAN; MEDEIROS, 2021).



Figura 1. Argamassa de assentamento

Fonte: Bastos (2021)

Graute é um tipo específico de concreto com adjuntos pequenos e bem fluido, feito por cimento, agregados e água, sua fluidez é necessária para facilitar no preenchimento dos espaços vazios entre os blocos. Sua principal função é o preenchimento total da seção e propor a solidarização dos blocos devidamente posicionados com as armaduras. Sua resistência deverá atender a norma ABNT NBR 10837:1989 – (Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto) (RODRIGUES; MOREIRA; MELO, 2022).

Pode-se observar na figura 2 a aplicação de grauteamento na alvenaria, com objetivo de proporcionar reforço da alvenaria estrutural, feito através do preenchimento dos vazios dos blocos de concreto, tendo-se um acréscimo da resistência da parede aos empenhos de flexão, compressão e cisalhamento. E possui ainda a finalidade de solidarizar todas as unidades com as aleatórias armações distribuídas em seus vazios (MUNIZ, *et al.*, 2023).



Figura 2. Grauteamento da alvenaria

Fonte: Muniz et al (2023)

É indispensável que o graute seja em concreto fluido e com agregados de pequenas extensões, para que ele possa preencher inteiramente os vazios e abranger a armadura aderindo ao bloco, constituídos de tal modo, um só conjunto. De acordo com a ABNT NBR 15961-1 (2011) (REBOREDO, 2013) – (Alvenaria estrutural — Blocos de concreto - Parte 1) a característica da resistência do graute deve ser maior que a do bloco, sendo igual a duas vezes esta (LOPES, 2018).

As armaduras são as mesmas aproveitadas nas composições de concreto armado e têm a finalidade de expandir resistência na armação por compressão, ou tração. A figura 3, mostra que elas são usadas verticalmente entre os blocos, ou horizontalmente nas canaletas, vergas e contra-vergas. No projeto estrutural as acomodações das armaduras devem

estar detalhada para serem aplicadas corretamente (HOHAMAD, 2020).

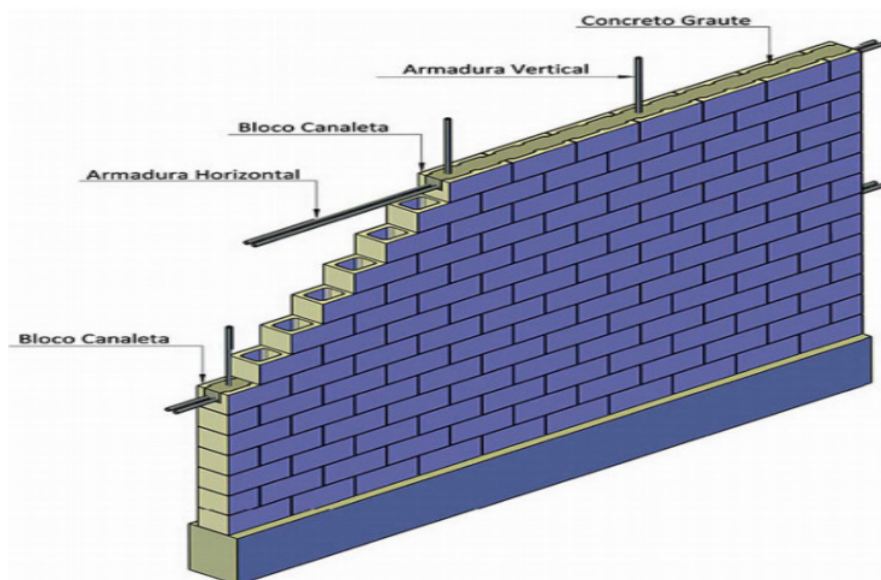


Figura 3. Armadura vertical e horizontal

Fonte: Blind (2018)

O aço e o graute se unificam combatendo a tração exercida pelos esforços. É empregado também entre amarração das paredes, porém, é melhor utilizado entre amarração entre os blocos. A alvenaria possui baixa resistência à tração, por esse motivo é feita a utilização da armadura. Há muitos casos em que isso não acontece devido à alvenaria estrutural está sobre empenhos de compressão (SIPP, 2019).

3.3 Principais patologias “fissuras”

A fissura se manifesta com a ação de tensões dos materiais. Quando a solicitação é superior que a competência de resistência do material, ela apresenta disposição de suavizar estas tensões. Quanto mais elevada for a ressalva atribuídas a movimentação dos materiais, e mais frágil ele for, mais expressivas serão a veemência e a amplitude da fissuração (CORSINI, 2020).

Fissura é o tipo de patologia mais comum na construção civil, ocasionada por múltiplos fatores. Desde a má fabricação, mão de obra não qualificada, transporte e estocagem feita de forma incorreta, entre outros fatores. De acordo com a citação a seguir, pode-se abranger a importância na resolução das fissuras (SANTIAGO, 2018).

As fissuras ocupam o primeiro lugar na sintomatologia em alvenarias estruturais de blocos vazados de concreto. A identificação das fissuras e de suas falhas é de fundamental seriedade para a acepção do tratamento apropriado para a recuperação da alvenaria. A forma da fissura, abertura, espaçamento e, se necessário, a ocasião do acontecimento (após anos, semanas, ou mesmo horas da execução), podem como elementos diagnosticar sua origem (BASTOS, 2021, p. 24).

Uma das razões, pelas quais ocorrem as fissuras pode ser pela empregabilidade de materiais com defeitos desde a fabricação, condução e má disposição em depósitos. Pesquisas são realizadas com a finalidade de precaver e reparar a patologia. Existem meios

onde possa ser identificado e solucionado de modo adequado e rápido para que não venham a ocorrer novas fissuras na estrutura de alvenaria (BELL'AVER, 2015).

Conforme Bastos (2021), considerando-se as propriedades mecânicas e elásticas dos representados da alvenaria, e em função dos requerimentos influentes, as fissuras poderão ocorrer nas juntas de assentamento (argamassa de assentamento vertical ou horizontal) ou seccionar os elementos da alvenaria (blocos vazados de concreto).

Sampaio (2015) ressalta que as fissuras podem ser ocasionadas por múltiplos fatores, tais como: baixa atuação às solicitações de tração, flexão e cisalhamento oferecido pelos elementos da alvenaria. Além do mais, enfatiza que outro fator que difunde na fissuração é o uso de diferentes materiais, com qualidades distintas (resistência mecânica, módulo de deformação longitudinal e coeficiente de Poisson) empregadas em conjunto.

Segundo Hohamad (2020, p. 72), fatores podem causar o surgimento de fissuras na alvenaria estrutural:

- a) Qualidade dos blocos: dimensões imperfeitas, problemas na porosidade e no acabamento superficial;
- b) Argamassa de assentamento: utilização de aglomerantes, retenção de água e retração;
- c) Alvenarias: geometria da edificação, presença de armaduras, esbeltez e a existência das paredes de contraventamento;
- d) Recalques em fundações;
- e) Movimentações térmicas e/ou higroscópicas.

As fissuras que surgem no revestimento, independente das suas causas, acabam ajudando na manifestação de outras patologias, um exemplo seria a entrada de água nas paredes, gerando aumento da umidade nos locais alcançados. Essa umidade torna o ambiente propício para a proliferação de fungos, causadores de alergias e doenças nos seres humanos. Além dos fungos, a tinta também pode sofrer pela presença de água nas paredes (THOMAZ, 2019).

3.3.1 Causas

As principais causas estão relacionadas com a estabilidade, estanqueidade ao ar e à água, isolamento inadequado e condensação, entre outras. A raiz do problema está relacionada à fase construtiva em que foi criada (BARBOSA, 2018). Nesse sentido, a principal causa da patologia são os erros que ocorrem durante a fase de projeto, seguidos de problemas que ocorrem durante a construção, materiais de construção, mau uso e mau planejamento (RODRIGUES; MENDES, 2017).

Pavan e Dal Pont (2017) também mencionam essas questões entre os principais. As entradas podem ser em áreas molhadas: banheiros, cozinhas, áreas de serviço, varandas, paredes, esquadrias, telhados, também em telhas, lajes expostas e calhas e até em porões, pisos, tetos, etc.

E segundo laquinto (2019), as infiltrações, ou problemas de umidade podem causar danos às edificações com risco de instabilidade, perda de estética e futura depreciação patrimonial, além de causar danos aos vizinhos. Por exemplo, os materiais utilizados, a falta de impermeabilização, a exposição solar e as condições de ventilação influenciarão na

ocorrência destas doenças.

Muitas condições causadas por umidade e/ou infiltração são tratadas por técnicas de impermeabilização ou proteção das áreas afetadas. Yazigi (2014) observa que, a escolha deve ser determinada em função do tamanho do projeto, formato da edificação, perturbação da área, custo, vida útil, etc. A ocorrência de fissuras e o descascamento do revestimento cerâmico são patologias comuns em construções, causadas por uma variedade de fatores.

Segundo Junior et al. (2018), a ocorrência frequente de reclamações exige perícia, sendo as causas mais comuns revestimentos cerâmicos higroscópicos excessivos, falta de juntas móveis, má instalação de componentes e falta ou até mesmo falta de argamassa.

Ferraz (2016) acredita que o mofo é um problema patológico causado por revestimentos de interiores ou fachadas. Esta patologia está associada à colonização de indivíduos por fungos filamentosos que provocam alterações cosméticas, formando desagradáveis manchas escuras com tons pretos, castanhos e verdes, ou por vezes manchas brancas ou amarelas brilhantes.

Patologias na pintura, segundo Braga et al. (2019), muitas vezes causada por outras patologias, penetra, causam descamação, descamação, bolhas, manchas etc. Portanto, torna-se impossível eliminar o aparecimento de problemas patológicos. É preciso que haja uma solução para esses problemas para evitar causar sérios danos às obras.

4. CONCLUSÃO

A qualidade da alvenaria estrutural influencia diretamente sua resistência, sendo crucial o uso de materiais adequados durante a construção. Algumas rachaduras surgem devido à expansão da argamassa, causada por mudanças químicas em seus componentes. Portanto, a utilização de materiais de baixa qualidade compromete a durabilidade da construção, pode gerar problemas futuros.

Vários fatores podem levar ao surgimento de rachaduras nas paredes, como assentamento desigual das fundações, variações térmicas e higroscópicas, contração dos blocos ou outros elementos de concreto, sobrecargas, deformações na estrutura, reações químicas, erros em detalhes construtivos, congelamento, vibração, explosões e terremotos.

Diante do exposto, as causas mais significativas das fissuras na alvenaria estrutural são a falta de compatibilização de projetos, a má qualidade da mão de obra, os recalques de fundação, as sobrecargas, as movimentações térmicas, as reações químicas e a retração. De forma mais ampla, foram identificadas as principais formas pelas quais as fissuras podem surgir nas alvenarias estruturais. Portanto, é essencial que os construtores estejam cada vez mais atentos a essas patologias, visa aumentar a segurança e a durabilidade das construções.

Para um melhor entendimento sobre as patologias em alvenaria estrutural com bloco de concreto, é aconselhável que as técnicas sejam aplicadas de forma complementar, a fim de propiciar ao analista um maior número de informações e um conhecimento mais completo da situação em estudo, para que se tenha uma visão bastante clara da questão e atue de forma global em condições desejadas, portanto, os objetivos propostos foram alcançados e assim dar continuidade com pesquisas futura.



Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:** Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- BARBOSA, R. M. E. **Patologia de impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- BASTOS, P.S. **Alvenaria estrutural.** Bauru, São Paulo: Ática, 2021.
- BELL'EVER, A. **A influência da eficiência dos blocos em projetos de alvenaria estrutural.** 118 f. Monografia, Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2015.
- BLIND, A.H. Avaliação da situação da alvenaria estrutural no Brasil. Curitiba, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- BOLINA, F.L.; TUTIKIAN, B.F.; HELENE, P.R.L. **Patologia de estruturas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- BRAGA, A. S.; GONÇALVES, D. K. R.; HASTENREITER, R.; MORAIS, T. A.; MARA, V. **Patologias nas edificações.** 2019. Escola de Engenharia – Departamento de Tecnologia das Edificações III, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- CORRÊA, E. S. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia. Belém, 2015.
- CORSINI, R. Trinca ou fissura? , 2020. Artigo - **Revista Técnica.** Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-seoriginam-quais-os-tipos-179241-1.asp>. Acesso em: 12 mai. 2024.
- FERRAZ, B. T. B. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais.** Universidade Católica de Pernambuco – Centro de ciência e tecnologia, Recife, 2016.
- GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (Org.). **Métodos de pesquisa.** Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto alegre: Editora da UFRGS, v. 2, 2019.
- HOHAMAD, G. Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho, 2. ed. ampliada e revisada conforme a NBR 16868/2020. São Paulo: Ed. Blucher, 2020.
- IAQUINTO, J. M. **Cartilha do comprador e usuário de imóveis.** 2019.
- JUNIOR, G. C. S.; FELIPE, J. M. M.; GOULART, L. B.; RODRIGUES, V. F. Impermeabilização das edificações patológicas e correções. **Pesquisa Unifimes** – III Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e I Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, Mineiros, 2018.
- LOPES, J.M.P. Caracterização de grautes disponíveis para utilização nas obras da cidade do Natal–RN. Natal, 2018. Artigo Científico (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.
- MACEDO, N.D. de. **Iniciação à pesquisa bibliográfica.** São Paulo: Loyola, 2015.
- MELO, M. **Modulação.** Acervir. Itu. 17 fev. 2017. Disponível em: <https://acervir.com.br/modulacao-eng-marcia-melo>. Acesso em: 03 abr. 2024.
- MICHELON, D. **Alvenaria Estrutural:** Recuperação e reforço da edificação residencial. Porto Alegre, 2016.
- MOHAMAD, G. (coord.) **Construções em alvenaria estrutural:** materiais, projeto e desempenho. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.
- MUNIZ, E.T. da S.; FARIAS, L.R. de; ALFREDO, L.G.; ABRANTES, H.A. Reforço de paredes estruturais pré-existent empregando grauteamento: estudo de caso. **Engenharia Civil;** v. 28, n. 128, nov., 2023.
- PARSEKIAN, G.A.; MEDEIROS, W.A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto.** 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2021.
- PAVAN, A.; DAL PONT, T. E. **Impermeabilização com manta asfáltica:** um estudo de caso no tratamento da infiltração em laje de cobertura. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil), Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.
- REBOREDO, A. R. **Dimensionamento de um edifício em alvenaria estrutural de blocos de concreto:** comentários sobre a NBR 15961-1 (2011). Monografia. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2013.
- RODRIGUES, A.G.; MOREIRA, B.G.R.; MELO, S.G. de. Estudo de viabilidade econômica da utilização do sistema

alvenaria estrutural para construção de uma residência de alto padrão em Santarém-PA. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 07, ed. 12, v. 01, pp. 32-58, dez., 2022.

RODRIGUES, J. P. P.; MENDES M. M. **Patologias ocorridas por infiltrações relacionadas com a impermeabilização e métodos de correções**. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

SAMPAIO, M.B. **Fissuras em edifícios residências em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2015.

SANTIAGO, L. R.; PORCINO, V. M. S; FILHO, N. R. S.. Patologias na alvenaria estrutural de blocos de concreto. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Salvador, Ano 03, ed. 09, v. 2, p.7 0-93, 2018.

SANTOS, R.A.N. dos; DE MARCO, G.; FLORIAN, F. Alvenaria estrutural-método executivo com blocos de concreto. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**; v. 2, n. 10, p. e210812-e210812, 2021.

SIPP, G. Avaliação do comportamento de aderência entre blocos cerâmicos e grautes. São Carlos, 2019. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, 2019.

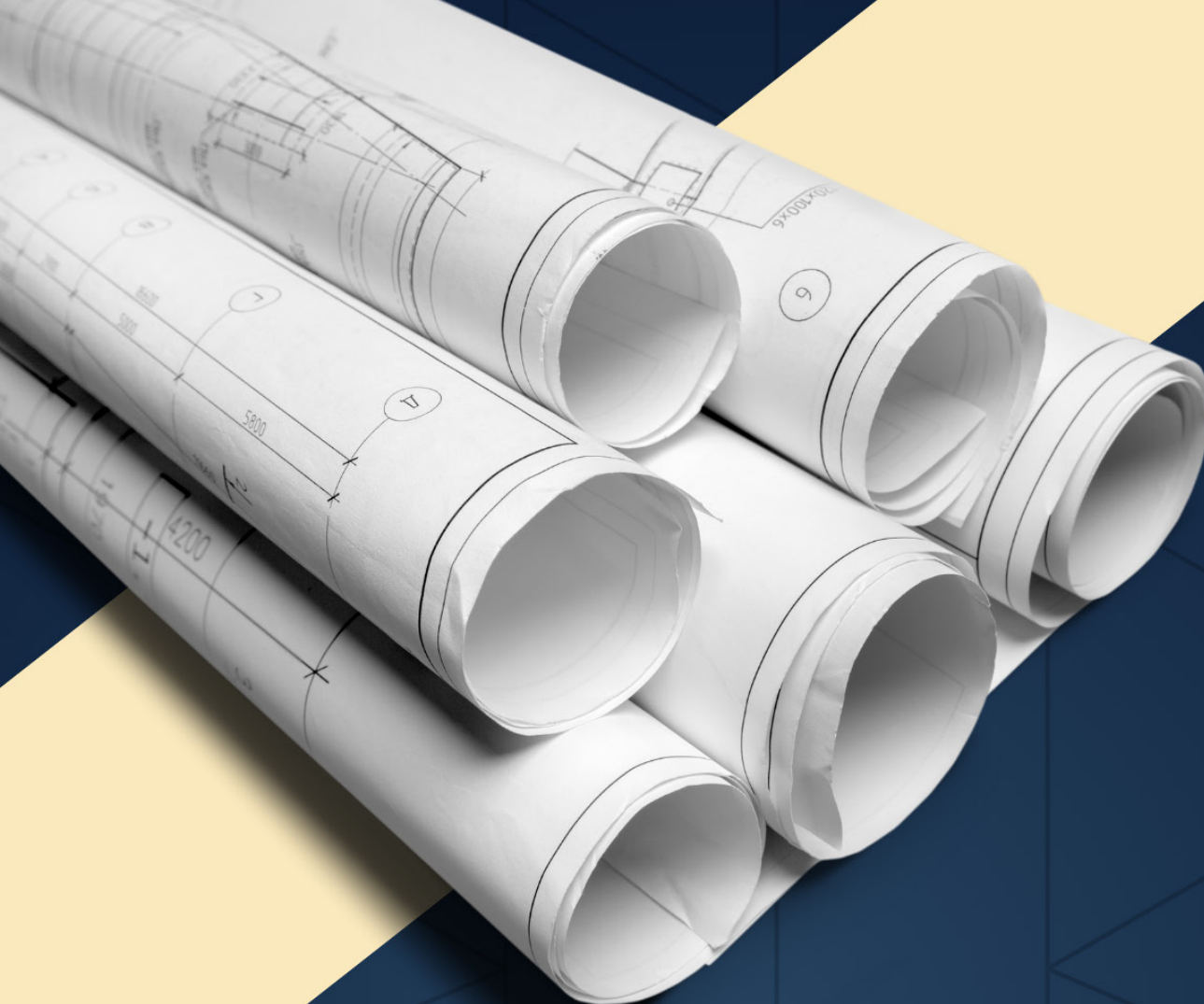
THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios**: Causas, prevenção e recuperação. IPT/EPUSP/PINI, 1. ed, 2019.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas. 2013.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 6.ed. São Paulo: Pini Ltda, 2014.





46

ESTRATÉGIAS E INOVAÇÕES AVANÇADAS NA PAVIMENTAÇÃO DE CONCRETO

**ADVANCED STRATEGIES AND INNOVATIONS IN
CONCRETE PAVING**

Francisco Fabio Verde dos Santos

Resumo

A pavimentação de concreto é um componente essencial na infraestrutura urbana e rodoviária, crucial para a durabilidade, segurança e eficiência do transporte. Nas últimas décadas, o setor de engenharia civil vivenciou progressos notáveis em materiais, técnicas construtivas e métodos de avaliação de desempenho, visando aprimorar a qualidade e sustentabilidade dos pavimentos de concreto. O estudo destas inovações é vital para construir uma infraestrutura capaz de suportar as atuais exigências de tráfego e carga, além de ser resiliente a desafios futuros como mudanças climáticas e crescimento populacional. Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho é avaliar as estratégias e inovações avançadas na pavimentação de concreto, com enfoque em sustentabilidade, durabilidade e eficiência, para orientar práticas e pesquisas futuras no campo. Os objetivos específicos incluem identificar e analisar materiais inovadores e sustentáveis usados na pavimentação, examinar metodologias avançadas de construção e manutenção de pavimentos, e investigar o uso de tecnologias emergentes como sensores inteligentes e análise de dados na gestão da saúde estrutural dos pavimentos. A metodologia adotada foi uma revisão de literatura, realizada através da consulta a livros, dissertações e artigos científicos, selecionados em bases de dados como Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico e Repositório Institucional Unicamp. A busca foi feita em inglês e português, utilizando palavras-chave relevantes ao tema, entre os anos de 2014 a 2024. Conclui-se que as estratégias e inovações avaliadas neste estudo têm o potencial de contribuir significativamente para a sustentabilidade, durabilidade e eficiência dos pavimentos de concreto, considerando as demandas atuais e futuras de infraestrutura. Esses resultados são especialmente relevantes no contexto atual, em que a busca por soluções mais sustentáveis e eficientes é uma prioridade global.

Palavras-chave: Pavimentação, Concreto, Infraestrutura.

Abstract

Concrete paving is an essential component in urban and road infrastructure, crucial for the durability, safety and efficiency of transportation. In recent decades, the civil engineering sector has experienced notable progress in materials, construction techniques and performance assessment methods, aiming to improve the quality and sustainability of concrete pavements. Studying these innovations is vital to building an infrastructure capable of supporting current traffic and load requirements, as well as being resilient to future challenges such as climate change and population growth. In this sense, the general objective of this work is to evaluate advanced strategies and innovations in concrete paving, with a focus on sustainability, durability and efficiency, to guide future practices and research in the field. Specific objectives include identifying and analyzing innovative and sustainable materials used in paving, examining advanced pavement construction and maintenance methodologies, and investigating the use of emerging technologies such as smart sensors and data analytics in managing the structural health of pavements. The methodology adopted was a literature review, carried out by consulting books, dissertations and scientific articles, selected from databases such as Scielo, Periódicos Capes, Google Scholar and Unicamp Institutional Repository. The search was carried out in English and Portuguese, using keywords relevant to the topic, between the years 2014 and 2024. It is concluded that the strategies and innovations evaluated in this study have the potential to contribute significantly to the sustainability, durability and efficiency of concrete pavements, considering current and future infrastructure demands. These results are especially relevant in the current context, in which the search for more sustainable and efficient



solutions is a global priority.

Keywords: Paving, Concrete, Infrastructure.

1. INTRODUÇÃO

A pavimentação de concreto representa um componente crítico na infraestrutura urbana e rodoviária, desempenhando um papel fundamental na durabilidade, segurança e eficiência do transporte. Ao longo das últimas décadas, o campo da engenharia civil testemunhou avanços significativos em materiais, técnicas de construção e metodologias de avaliação de desempenho, direcionados para otimizar a qualidade e a sustentabilidade dos pavimentos de concreto.

Esses avanços oferecem soluções potenciais para os desafios enfrentados pela indústria, incluindo a necessidade de materiais mais sustentáveis, métodos de construção eficientes e estratégias de manutenção que prolonguem a vida útil do pavimento. A relevância de desenvolver e implementar estratégias inovadoras na pavimentação de concreto não pode ser subestimada, especialmente considerando o crescente imperativo global por soluções sustentáveis e econômicas.

A revisão dessas estratégias e inovações é crucial para a construção de uma infraestrutura que não apenas atenda às demandas atuais de tráfego e carga, mas também seja resiliente aos desafios futuros, incluindo mudanças climáticas e crescimento populacional. Diante do contexto apresentado, surge a seguinte questão problemática: Quais são as estratégias e inovações mais eficazes na pavimentação de concreto que podem contribuir significativamente para a sustentabilidade, durabilidade e eficiência dos pavimentos, considerando as demandas atuais e futuras de infraestrutura?

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho é avaliar as estratégias e inovações avançadas na pavimentação de concreto, com foco em sustentabilidade, durabilidade e eficiência, para orientar futuras práticas e pesquisas na área. Os objetivos específicos são: identificar e analisar materiais inovadores e sustentáveis empregados na pavimentação de concreto e seu impacto na performance e durabilidade dos pavimentos; examinar metodologias avançadas de construção e manutenção de pavimentos de concreto, visando otimizar a eficiência operacional e reduzir o impacto ambiental; investigar o uso de tecnologias emergentes, como sensores inteligentes e análise de dados, na monitoração e gestão da saúde estrutural dos pavimentos de concreto.

Por fim, este trabalho visa contribuir para o corpo de conhecimento em engenharia civil, fornecendo uma base sólida para a adoção de práticas mais eficazes e inovadoras na pavimentação de concreto. Ao compreender as estratégias e inovações atuais, os profissionais da área podem estar melhor equipados para enfrentar os desafios de construir e manter infraestruturas duráveis e sustentáveis para as gerações futuras.

2. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, no qual foi realizada consulta a livros, dissertações e em artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. As seguintes palavras-chave foram utilizadas na busca: “pavimentação de concreto”, “infraestrutura rodoviária”, “durabilidade

de”, “sustentabilidade”, “eficiência”, “materiais inovadores”, “métodos de construção”, “manutenção de pavimentos”, “tecnologias emergentes”, “análise estrutural”, “monitoramento de saúde estrutural”, “sensores inteligentes”, “gestão de dados”, “desempenho de pavimentos”, “resiliência”, “impacto ambiental”, “práticas sustentáveis”, “avaliação de desempenho”, “segurança rodoviária”, “engenharia civil”. Foram pesquisados livros e trabalhos publicados com texto completo, disponível online, com acesso livre entre os anos de 2014 à 2024. E foram excluídos da amostra publicações que não apresentaram o texto na íntegra, artigos que não apresentem relação direta com o tema, resumos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e artigos que estavam repetidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pavimentação de concreto desempenha um papel crucial na infraestrutura rodoviária e urbana, fornecendo uma superfície robusta e durável para o tráfego de veículos e pedestres. Sua capacidade de suportar cargas pesadas e resistir a condições climáticas adversas faz dela uma escolha popular em muitas aplicações de pavimentação. No entanto, para garantir a máxima eficiência e durabilidade dos pavimentos de concreto, é essencial entender seu impacto na performance e na longevidade das estruturas.

A performance dos pavimentos de concreto pode ser avaliada por uma variedade de fatores, incluindo resistência à compressão, resistência à tração, resistência ao desgaste e resistência à abrasão. Essas propriedades mecânicas são essenciais para garantir que o pavimento possa suportar as cargas impostas por veículos em movimento e resistir ao desgaste causado pelo tráfego e pelas condições ambientais.

Além disso, a durabilidade dos pavimentos de concreto é influenciada por uma série de fatores, como a qualidade dos materiais utilizados, o processo de construção, as condições ambientais e os métodos de manutenção. Segundo Silva (2018), a durabilidade do pavimento de concreto está intimamente ligada à sua resistência à penetração de agentes agressivos, como água, cloretos e sulfatos. Portanto, é essencial adotar medidas adequadas de projeto e construção para minimizar a penetração desses agentes e garantir a longevidade da estrutura.

Um aspecto importante a considerar é a influência do concreto fresco na performance e durabilidade dos pavimentos. Durante o processo de cura, o concreto passa por um estágio inicial de endurecimento, no qual sua resistência mecânica e durabilidade são significativamente afetadas. De acordo com estudos de Johnson (2016), o tempo de cura do concreto tem um impacto direto na sua resistência final e na sua capacidade de resistir a cargas e condições ambientais adversas. Neste sentido, é crucial implementar práticas adequadas de cura e proteção para otimizar as propriedades do concreto e garantir a qualidade do pavimento.

Além disso, a qualidade dos materiais utilizados na pavimentação de concreto desempenha um papel fundamental em sua performance e durabilidade. Segundo Silva et al. (2019), a utilização de agregados de alta qualidade e cimento adequado é essencial para garantir a resistência e durabilidade do pavimento. É necessário realizar uma seleção cuidadosa dos materiais, levando em consideração suas propriedades físicas e químicas, bem como sua compatibilidade com o ambiente de serviço.

Outro aspecto a considerar é a importância da manutenção preventiva na preservação da performance e durabilidade dos pavimentos de concreto. De acordo com estudos de Smith (2017), a implementação de programas regulares de inspeção e manutenção



pode ajudar a identificar e corrigir problemas antes que se tornem mais graves, prolongando assim a vida útil do pavimento. Desenvolver e implementar estratégias eficazes de manutenção, incluindo reparos oportunos, recapeamento e tratamentos de superfície são fundamentais.

A pavimentação de concreto exerce um impacto significativo na performance e durabilidade dos pavimentos, influenciando sua capacidade de suportar cargas, resistir ao desgaste e manter sua integridade estrutural ao longo do tempo. Para garantir a máxima eficiência e longevidade dos pavimentos de concreto, é essencial adotar práticas adequadas de projeto, construção e manutenção, levando em consideração uma variedade de fatores, incluindo materiais, processo de cura, condições ambientais e métodos de manutenção.

As metodologias avançadas de construção e manutenção de pavimentos de concreto desempenham um papel crucial na garantia da qualidade, durabilidade e eficiência dessas estruturas. Nos últimos anos, têm sido desenvolvidas diversas técnicas e tecnologias inovadoras para melhorar o processo de construção e aumentar a vida útil dos pavimentos de concreto. Uma das metodologias avançadas mais importantes na construção de pavimentos de concreto é a utilização de equipamentos e técnicas modernas de preparo do terreno e colocação do concreto. Segundo Jones et al. (2018), o uso de equipamentos de alta tecnologia, como pavimentadoras de concreto automatizadas e sistemas de controle de qualidade em tempo real, pode melhorar significativamente a precisão e a eficiência da colocação do concreto. Isso não apenas reduz o tempo de construção, mas também garante a uniformidade e a qualidade da superfície do pavimento.

Além disso, avanços na tecnologia de aditivos e adições de cimento têm permitido o desenvolvimento de concretos especiais com propriedades específicas para diferentes aplicações. De acordo com Silva (2019), a adição de aditivos como superplastificantes e fibras de reforço pode melhorar a trabalhabilidade, a resistência e a durabilidade do concreto, tornando-o mais adequado para aplicações em pavimentos de alto desempenho. Esses avanços permitem a construção de pavimentos mais duráveis e resistentes, capazes de suportar cargas pesadas e condições ambientais adversas.

Outra metodologia avançada na construção de pavimentos de concreto é a utilização de técnicas de cura e proteção inovadoras para garantir a qualidade e a durabilidade do concreto. Segundo Smith (2020), a cura úmida por membrana e a aplicação de produtos de cura química podem acelerar o processo de cura do concreto, melhorando sua resistência e durabilidade. Além disso, a aplicação de selantes e revestimentos especiais pode proteger a superfície do pavimento contra a penetração de agentes agressivos e prolongar sua vida útil.

No que diz respeito à manutenção de pavimentos de concreto, avanços na tecnologia de monitoramento e avaliação têm permitido a detecção precoce de defeitos e danos, facilitando intervenções rápidas e eficazes. Segundo Johnson (2019), o uso de técnicas não destrutivas, como radar de penetração no solo e ultrassom, pode identificar defeitos ocultos no pavimento, permitindo a realização de reparos antes que se tornem mais graves. Isso ajuda a reduzir os custos de manutenção e prolongar a vida útil do pavimento.

A implementação de programas de manutenção preventiva, como o recapeamento e o tratamento de superfície, pode ajudar a restaurar a funcionalidade e a aparência do pavimento, garantindo sua segurança e durabilidade a longo prazo. De acordo com Silva et al. (2021), a manutenção regular do pavimento de concreto pode evitar o desenvolvimento de defeitos e prolongar sua vida útil, garantindo assim um desempenho consistente ao longo do tempo, ou seja, é essencial desenvolver e implementar estratégias eficazes de manutenção para garantir a eficiência e a durabilidade dos pavimentos de concreto.

As metodologias avançadas de construção e manutenção de pavimentos de concreto desempenham um papel crucial na garantia da qualidade, durabilidade e eficiência dessas estruturas. Avanços na tecnologia e inovações em materiais têm permitido a construção de pavimentos mais duráveis e resistentes, enquanto técnicas avançadas de monitoramento e manutenção ajudam a prolongar sua vida útil e reduzir os custos de operação e manutenção. Ao adotar práticas adequadas de construção e manutenção, é possível garantir a segurança e a funcionalidade dos pavimentos de concreto, contribuindo assim para uma infraestrutura rodoviária mais segura e sustentável.

Nos últimos anos, tem havido um aumento significativo no desenvolvimento e na aplicação de tecnologias emergentes para monitorar e gerenciar a saúde estrutural dos pavimentos de concreto. Essas tecnologias oferecem uma maneira eficaz de detectar defeitos e danos precocemente, permitindo intervenções rápidas e eficazes para manter a integridade e a durabilidade dos pavimentos. Uma das tecnologias mais promissoras nesse campo é o uso de sensores inteligentes embutidos nos pavimentos de concreto. Esses sensores são capazes de monitorar uma variedade de parâmetros, como temperatura, umidade, deformação e carga, em tempo real, fornecendo dados valiosos sobre o desempenho e a condição do pavimento. Segundo Jones *et al.* (2019), os sensores inteligentes podem detectar sinais de danos estruturais, como trincas e fissuras, antes que se tornem visíveis à superfície, permitindo a realização de reparos preventivos.

Além disso, o uso de técnicas avançadas de análise de dados tem permitido uma interpretação mais precisa e rápida dos dados coletados pelos sensores inteligentes. A análise de dados em tempo real pode identificar padrões e tendências que indicam o desenvolvimento de defeitos ou problemas estruturais, permitindo uma resposta rápida e eficaz. Segundo Silva (2020), a análise de dados pode ajudar a prever o tempo de vida útil do pavimento e otimizar as estratégias de manutenção para prolongar sua durabilidade. Além disso, o uso de tecnologias de monitoramento remoto, como drones e satélites, tem oferecido uma maneira eficaz de avaliar a condição dos pavimentos de concreto em larga escala. Essas tecnologias permitem a coleta de dados em tempo real em grandes áreas, possibilitando uma avaliação abrangente da saúde estrutural dos pavimentos. Segundo Johnson *et al.* (2021), os drones equipados com câmeras de alta resolução podem identificar defeitos superficiais, enquanto os satélites podem fornecer informações sobre a deformação e o deslocamento do pavimento ao longo do tempo. O uso de modelos de previsão baseados em inteligência artificial tem permitido uma análise mais precisa e preditiva da condição dos pavimentos de concreto. Esses modelos podem prever o desenvolvimento de defeitos com base em dados históricos e condições de serviço, permitindo a implementação de medidas preventivas antes que ocorram danos significativos. Segundo Smith *et al.* (2022), os modelos de previsão baseados em aprendizado de máquina podem melhorar a eficiência das estratégias de manutenção e reduzir os custos associados à reparação de pavimentos danificados.

Por fim, o uso de tecnologias emergentes, como sensores inteligentes, análise de dados, drones, satélites e inteligência artificial, está transformando a forma como os pavimentos de concreto são monitorados e gerenciados. Essas tecnologias oferecem uma maneira eficaz de detectar defeitos precocemente, avaliar a condição dos pavimentos em larga escala e prever o desenvolvimento de problemas estruturais. Ao adotar essas tecnologias, é possível garantir a integridade e a durabilidade dos pavimentos de concreto, contribuindo assim para uma infraestrutura rodoviária mais segura e sustentável.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se avaliar as estratégias e inovações avançadas na pavimentação de concreto, com foco em sustentabilidade, durabilidade e eficiência, a fim de orientar futuras práticas e pesquisas na área. Ao analisar os resultados obtidos, constata-se que os objetivos estabelecidos foram alcançados. Identificaram-se e analisaram-se materiais inovadores e sustentáveis empregados na pavimentação de concreto, evidenciando seu impacto na performance e durabilidade dos pavimentos. A partir dessas análises, percebe-se que os materiais sustentáveis, como concretos de baixo impacto ambiental e materiais reciclados, têm um potencial significativo para reduzir o impacto ambiental da pavimentação de concreto, mantendo ou até mesmo melhorando a qualidade e durabilidade dos pavimentos.

Além disso, examinaram-se metodologias avançadas de construção e manutenção de pavimentos de concreto, visando otimizar a eficiência operacional e reduzir o impacto ambiental. O uso de técnicas como a reciclagem in situ, a incorporação de aditivos especiais e a otimização dos processos de construção têm demonstrado resultados positivos na redução dos custos e na melhoria da durabilidade dos pavimentos. Outro aspecto abordado foi o uso de tecnologias emergentes, como sensores inteligentes e análise de dados, na monitoração e gestão da saúde estrutural dos pavimentos de concreto. A implementação dessas tecnologias tem o potencial de melhorar significativamente a eficiência da manutenção, permitindo intervenções mais precisas e oportunas para garantir a durabilidade dos pavimentos.

É importante considerar a influência de fatores como as condições climáticas locais e o tráfego na durabilidade e desempenho dos pavimentos, a fim de desenvolver soluções ainda mais adaptadas às necessidades específicas de cada região. Essas pesquisas adicionais podem fornecer insights adicionais e contribuir ainda mais para o avanço do conhecimento nesta área. Por fim, ao considerar o futuro da pavimentação de concreto, é imprescindível que a pesquisa e o desenvolvimento no setor sejam fomentados.

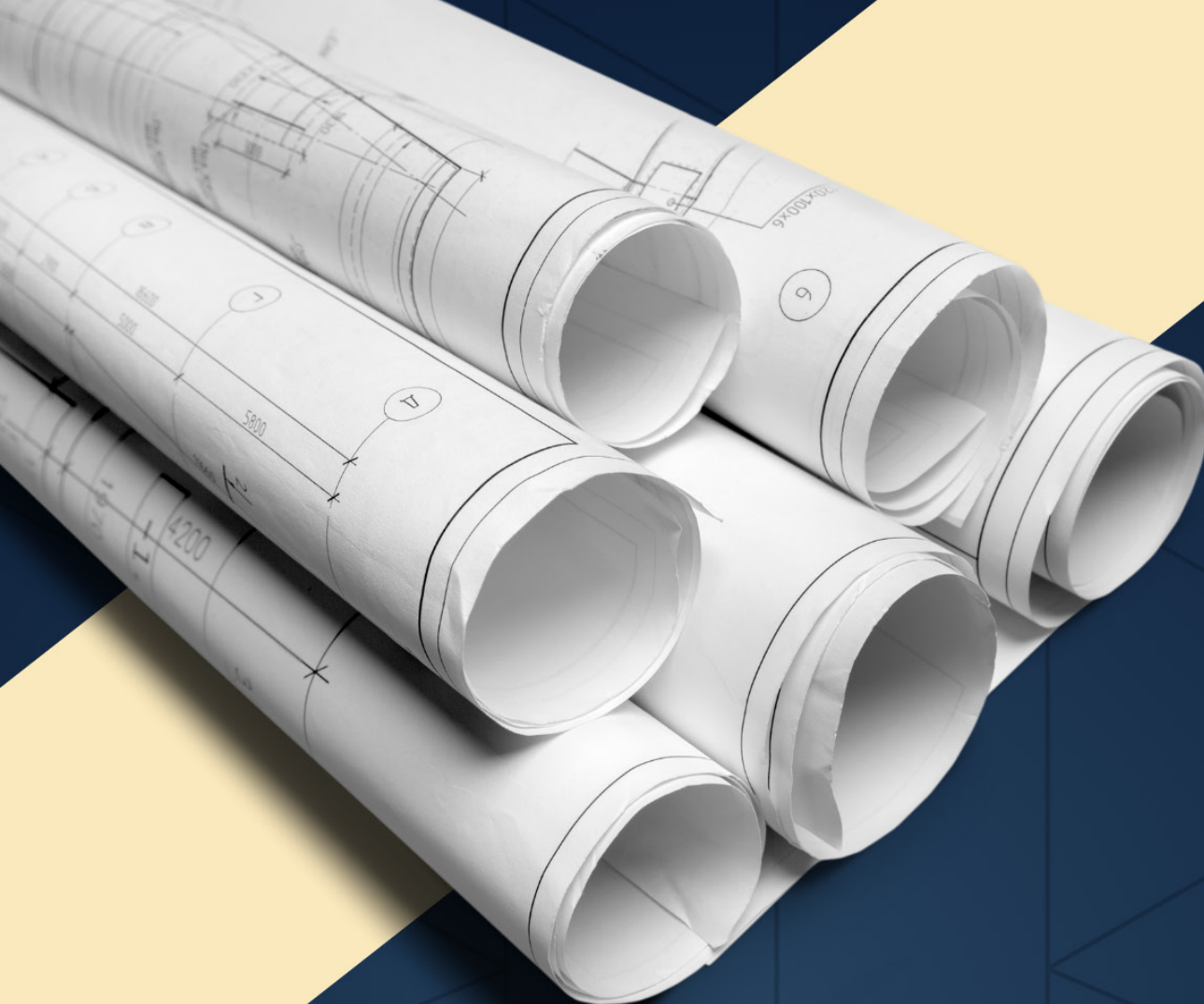
A colaboração entre universidades, institutos de pesquisa e a indústria da construção civil é fundamental para impulsionar inovações que respondam aos desafios emergentes em termos de desempenho técnico e sustentabilidade. Dessa forma, garante-se não apenas a evolução das técnicas de pavimentação, mas também se contribui ativamente para a construção de uma sociedade mais resiliente e consciente de seu papel na preservação do meio ambiente. Assim, as estratégias e inovações avançadas na pavimentação de concreto são essenciais para atender às necessidades de uma infraestrutura moderna, sustentável e economicamente viável.

As estratégias e inovações avaliadas neste estudo têm o potencial de contribuir significativamente para a sustentabilidade, durabilidade e eficiência dos pavimentos de concreto, considerando as demandas atuais e futuras de infraestrutura. Esses resultados são especialmente relevantes no contexto atual, em que a busca por soluções mais sustentáveis e eficientes é uma prioridade global. Para futuros trabalhos, sugere-se a realização de estudos mais aprofundados sobre o desempenho a longo prazo dos materiais e técnicas avaliadas, bem como a aplicação prática das tecnologias emergentes na construção e manutenção de pavimentos de concreto.

Referências

- JONES, E. F.; SILVA, A. B.; SMITH, G. H. **Monitoramento Avançado em Pavimentos de Concreto**. Editora Atlas, 2019.
- JONES, E. F.; SMITH, G. H. **Tecnologias Avançadas na Construção de Pavimentos de Concreto**. Editora Saraiva, 2018.
- JOHNSON, K. L. **Impacto do Tempo de Cura na Durabilidade do Concreto**. Editora Vozes, 2016.
- JOHNSON, K. L.; SILVA, A. B. **Tecnologias de Monitoramento Remoto em Pavimentos de Concreto**. Editora Contexto, 2021.
- JOHNSON, K. L.; SMITH, G. H.; JONES, E. F. **Análise de Dados em Pavimentos de Concreto**. Editora Pearson, 2021.
- SILVA, A. B. **Pavimentação de Concreto: Desempenho e Durabilidade**. Editora Nobel, 2018.
- SILVA, A. B.; JONES, E. F. **Inovações em Pavimentação de Concreto**. Editora Atlas, 2021.
- SILVA, A. B.; SANTOS, C. D. **Materiais Inovadores na Pavimentação de Concreto**. Editora Moderna, 2019.
- SILVA, A. B. **Estratégias de Manutenção em Pavimentos de Concreto**. Editora Ática, 2019.
- SILVA, A. B. **Tecnologias Emergentes na Monitoração de Pavimentos de Concreto**. Editora Record, 2020.
- SMITH, G. H. **Manutenção Preventiva em Pavimentos de Concreto**. Editora Globo, 2017.
- SMITH, G. H.; SILVA, A. B. **Manutenção Avançada em Pavimentos de Concreto**. Editora Saraiva, 2020.
- SMITH, G. H.; JONES, E. F.; SILVA, A. B. **Modelos de Previsão em Pavimentos de Concreto**. Editora Abril, 2022.





47

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONCEITOS E PRÁTICAS LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN)

**SUSTAINABLE INNOVATION IN CIVIL CONSTRUCTION:
LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL
DESIGN) CONCEPTS AND PRACTICES**

David Pires de Sousa

Resumo

Esta pesquisa tem como interesse de estudo a sustentabilidade associada à inovação aplicada na indústria da construção civil, destacando o uso dos princípios da certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). O objetivo desse trabalho foi, a partir de uma revisão de literatura, discutir os requisitos de sustentabilidade e inovação que atendem aos princípios do sistema LEED na construção civil. O referencial teórico abordou as Característica da certificação LEED, alguns Sistemas construtivos e materiais sustentáveis, destacando: Steel frame, construção a seco ou drywall, Poliestireno Expandido (EPS) e sistema Wood frame. Conclui-se que optar por novas formas construtivas e uso de materiais inovadores ou com novos usos abre uma ampla gama de possibilidades que se enquadram nas propostas de proteção ambiental e inovação da LEED, trazendo um campo de atuação aberto para os profissionais que se adequem e se capacitem para essa nova forma de pensar e projetar para todos os tipos de construções, sejam novas execuções, reformas ou ampliações.

Palavras-chave: Sistema LEED. Sustentabilidade. Construção Civil.

Abstract

This research is interested in studying sustainability associated with innovation applied in the construction industry, highlighting the use of the principles of LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) certification. The objective of this work was, based on a literature review, to discuss the sustainability and innovation requirements that meet the principles of the LEED system in construction. The theoretical framework covered the characteristics of LEED certification, some construction systems and sustainable materials, highlighting: Steel frame, dry construction or drywall, Expanded Polystyrene (EPS) and Wood frame system. It is concluded that opting for new construction forms and the use of innovative materials or with new uses opens up a wide range of possibilities that fit into LEED's environmental protection and innovation proposals, bringing an open field of action for professionals who adapt and train yourself in this new way of thinking and designing for all types of buildings, whether new constructions, renovations or expansions.

Keywords: LEED system. Sustainability. Construction.



1. INTRODUÇÃO

A inovação sustentável visa desenvolver novas tecnologias, processos, produtos ou serviços que satisfaçam as necessidades vigentes de conservação e gestão responsável do meio ambiente, garantindo ao mesmo tempo que as gerações futuras possam satisfazer as suas necessidades sem efeitos adversos.

Os requisitos para a construção sustentável incluem eficiência energética e neutralidade climática, preservação da biodiversidade, conservação de recursos e utilização de matérias-primas renováveis, redução do consumo de áreas, aquisição sustentável de produtos e serviços, incluindo o cumprimento dos direitos humanos na cadeia de abastecimento e garantia de saúde e conforto dos usuários. Todos esses requisitos devem ser abordados em todos os departamentos e setores.

O *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) significa Liderança em Energia e Design Ambiental. É um sistema de certificação internacionalmente reconhecido para edifícios ecológicos, estabelecido pelo United States Green Building Council (USGBC), uma organização sem fins lucrativos composta por membros dos setores imobiliário, construção, finanças e tecnologia. O LEED não se aplica apenas ao desenvolvimento de novos empreendimentos residenciais verticais, mas também pode ser alcançado pela modernização de edifícios existentes, desde que atinjam a pontuação exigida para a certificação.

Ademais, para atender os princípios LEED é necessário inovar sustentavelmente, o que implica na utilização de sistemas e materiais construtivos sustentáveis, que são abordagens que visam minimizar o impacto ambiental das construções, promovendo a eficiência energética, a utilização de materiais ecológicos e a redução de resíduos. Nesta pesquisa, são tratados os sistemas wood frame, steel frame, drywall e Poliestireno Expandido (EPS).

Assim, esse trabalho pode contribuir com a ampliação do conhecimento sobre a temática da sustentabilidade na construção civil, tendo como foco o sistema de certificação LEED, da trazendo um resumo de trabalhos publicados no país nos últimos cinco anos, sendo, portanto, uma fonte de pesquisa que prima por dados recentes e oriundos de trabalhos científicos.

Sendo assim, o estudo se mostra importante, porquanto apresenta um parâmetro inicial para novos estudos que considerem a viabilidade econômica, logística e operacional para construtoras e profissionais da construção civil no uso de processos construtivos inovadores, que ao mesmo tempo tenham a sustentabilidade como prerrogativa, além de explanar sobre o funcionamento desses métodos construtivos para quem deseja empregá-los como alternativa para construção de moradias.

A indústria da construção, com a sua utilização de recursos e geração de emissões, representa um ponto de partida fundamental para a mudança para um sentido de ação sustentável em novos e antigos empreendimentos. Por isso, como pergunta de referência dessa pesquisa, apresenta-se: de quais formas o sistema LEED pode promover a utilização de inovação na construção civil, favorecendo o uso de métodos construtivos sustentáveis?

Com vistas à delinear uma resposta a essa questão, foi definido como objetivo principal desse estudo discutir os requisitos de sustentabilidade e inovação que atendem aos princípios do sistema LEED na construção civil. Por conseguinte, foi delimitado como objetivo específico compreender conhecer os parâmetros de certificação do sistema LEED que

favorecem o uso de materiais e processos construtivos sustentáveis.

Para tanto, esse artigo tem como estruturação dois tópicos principais, além dessa introdução. O segundo tópico apresenta o percurso metodológico adotado, bem como apresenta a metodologia, pautada no método de revisão de literatura, e referência as característica da certificação LEED, a teorização sobre moradias sustentáveis e sistemas construtivos e materiais sustentáveis, destacando o Steel frame, Wood frame, drywall e Poliestireno Expandido (EPS).

2. METODOLOGIA

A pesquisa, quanto aos meios adotou o método bibliográfico, do tipo revisão de literatura, de modo que pesquisa é fundamentada a partir de publicações como livros de referência, artigos, teses e dissertações disponibilizados nas bases de dados Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO), onde foram buscadas as palavras-chave: construção civil, sustentabilidade, inovação, LEED.

3. CARACTERÍSTICA DA CERTIFICAÇÃO LEED

No domínio do ordenamento do território e desenvolvimento das cidades, os esforços vêm sendo centrados em planejamento, pesquisa e definição de processos e materiais construtivos que possam aumentar a qualidade de vida dos residentes urbanos. Ao mesmo tempo, a transição da economia do setor secundário, baseado na produção, para o setor terciário, cujo domínio são os serviços, trouxe mudanças sociais, cuja consequência foi o deslocamento massivo de residentes para as cidades. À medida que as populações urbanas crescem, aumenta também a necessidade de novas construções, tornando a sustentabilidade da vida urbana uma questão urgente a resolver (LAGOA *et al.*, 2021).

A sustentabilidade se tornou, então elemento essencial nessa perspectiva. Mas para garantir padrões produtivos/construtivos que sejam de fato sustentáveis foi necessário a criação de sistemas de verificação tanto por parte dos consumidores como das empresas, existindo vários sistemas de certificação para cada área (MOURA, 2019).

No caso da construção civil, também existem diversos sistemas de certificação verde, como o Building Research Establishment and Environmental Assessment Method (BREE-AM) e o Civil Engineering Environmental Quality Assessment & Award Scheme (CEEQUAL) do Reino Unido, Green Globes (Canadá), Green Star (Austrália), Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) do Japão, Líder A (Portugal) e Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) dos Estados Unidos (CAMPOS; BERTINI, 2019; SUGAHARA; FREITAS; CRUZ, 2021).

O LEED, como sistema de certificação ambiental relacionado à construção de edificações, é um dos sistemas mais credíveis e reconhecidos do mundo, sendo um método de avaliação desenvolvido pelo United States Green Building Council (USGBC) e significa Liderança em Energia e Design Ambiental (MOURA, 2021).

A certificação LEED é dividida em cinco áreas e são aplicados itens de avaliação. Entre eles, na LEED para Projeto e Construção de Edifícios (LEED BD+C), todos os aspectos são avaliados desde a fase de projeto até a conclusão da construção. Diversos itens são avaliados, incluindo reciclagem de materiais e recursos, poluição ambiental interna, design inovador e melhoria do ambiente local. A pontuação básica é de 100 pontos mais 10



pontos adicionais, totalizando 110 pontos. Os 10 pontos adicionais incluem 6 pontos para design criativo e 4 pontos para características regionais, o que significa que não apenas a ecologia, mas também o design e o meio ambiente local são levados em consideração (BARBOSA; OLIVEIRA, 2021).

O LEED foi desenvolvido para reduzir eficientemente a emissão dos gases de efeito estufa na área de construção. Faz parte dos esforços para alcançar o desenvolvimento sustentável, conservar recursos e construir edifícios que respeitem o meio ambiente. Com a certificação LEED em vigor, os esforços da indústria da construção civil para aumentar a sustentabilidade dos edifícios continuam (SANTOS *et al.*, 2022).

A indústria da construção civil resume os benefícios que podem ser obtidos através da certificação LEED da seguinte forma: definição de um sistema de avaliação de ativos com base em padrões mundiais; apresentação de métodos eficientes de operação predial; redução dos custos de manutenção através de métodos de operação ideais, dentre outras (SANTOS *et al.*, 2022).

Qualquer tipo de edifício, desde uma única casa até os maiores edifícios de escritórios, pode obter a certificação LEED, incluindo tanto novas construções como reformas ou transformações de edifícios existentes e abrange todos os setores de construção, desde residências a hospitais e sedes corporativas (MENDES; FABRICIO; IMAI, 2020).

O objetivo da certificação LEED não é contar pontos, mas sim construir uma sociedade sustentável, já que é um meio de melhorar o processo e a política de construção, planejamento. Os edifícios que receberam a certificação LEED utilizam recursos e materiais de forma eficiente, utilizam menos água, menos energia, reduzem as emissões de CO₂ e são também mais econômicos. É uma situação vantajosa em todas as frentes e para todas as partes interessadas (MENDES; FABRICIO; IMAI, 2020).

Os níveis de certificação LEED são: Certificado (40-49 pontos ganhos); Prata (50-59 pontos ganhos); Ouro (60-79 pontos ganhos); e Platina (mais de 80 pontos ganhos). Na avaliação do grau de sustentabilidade dos edifícios são analisados critérios econômicos, sociais e ambientais na sua interdependência. O resultado ideal é um estado em que os aspectos das três esferas, interagindo entre si, sejam representados numa proporção equilibrada (CAMPANA *et al.*, 2022).

4. MORADIAS SUSTENTÁVEIS

O crescimento da população, as exigências da sociedade e a utilização cada vez maior de outras tecnologias antes não utilizadas, o consumo de energia e de matérias-primas minerais é cada vez maior. A pressão crescente sobre os recursos energéticos é também acompanhada pela carga crescente sobre o ambiente, e o equilíbrio mútuo das três esferas mencionadas está ameaçado (KEELER; VAIDYA, 2019).

A construção sustentável, também referida como construção verde, é um termo que denota a forma de conceber e construir edifícios da forma mais sustentável e amiga do ambiente. Todo o processo começa com o projeto, pois mesmo nesta fase é importante ter em conta as soluções sustentáveis que serão implementadas durante a construção. Uma das suposições é que tal edifício deve se adaptar tanto quanto possível ao seu entorno (CUSTÓDIO; DAVID; BARATA, 2021).

Para a avaliação dos chamados do ciclo de vida dos edifícios, são necessários dados detalhados sobre os materiais de construção, tecnologias e outros fatos relacionados com a construção e uso do edifício. Todas as etapas estão incluídas no ciclo de vida de um edifício.

cio, desde a sua origem, passando pelo desenvolvimento durante a sua vida - operação até ao sua demolição - extração de matérias-primas, produção de material, seu transporte até o canteiro de obras, construção do edifício, sua operação, renovação, demolição e gestão de resíduos (OLIVEIRA; RUPPENTHA, 2020).

Já no processo de projeto de um edifício verde é necessário levar em consideração fatores que incluem a localização do terreno, condições climáticas, custo de vida, conforto térmico, qualidade do ambiente interno e fontes de energia. O principal objetivo é reduzir o consumo de energia e de recursos naturais, bem como reduzir a quantidade de resíduos produzidos. Minimizar o consumo de eletricidade, água e aquecimento, bem como reduzir a quantidade de esgotos e emissões de gases de escape tem um impacto significativo na melhoria do clima. Devido a isso, a construção sustentável também dá grande ênfase ao uso de fontes de energia renováveis (MOURA, 2019).

Portanto, as construções verdes há muito tempo são vistas não apenas através da exigência de eficiência energética da edificação, o que traz baixo consumo de energia. Tal edifício deve satisfazer os padrões ecológicos, econômicos e operacionais contemporâneos. No entanto, cada vez mais se dá também ênfase ao conforto e a um ambiente saudável para os seus utilizadores. A habitação deve, portanto, ser quente no inverno, ter muita luz natural e proteger contra ruídos externos (SUGAHARA; FREITAS; CRUZ, 2021).

O objetivo da construção de habitação sustentável é principalmente minimizar o impacto negativo de um novo investimento no ambiente natural. Ao mesmo tempo, é necessário garantir a plena funcionalidade do imóvel e um nível de conforto adequado aos futuros residentes. A qualidade e a estética do acabamento também são importantes, o que também tem um impacto significativo no conforto de utilização de tal edifício (SANTOS; AMARAL, 2022).

Conforme Santos *et al.* (2022), a construção sustentável é uma abordagem à concepção, construção e gestão de edifícios e infraestruturas que visa minimizar o impacto negativo no ambiente natural, na comunidade e na economia, garantindo ao mesmo tempo o conforto e a eficiência de utilização. A construção tradicional é uma das principais fontes de emissões de gases com efeito de estufa, desperdício e consumo de recursos naturais. A sustentável reduz este impacto através da utilização de tecnologias e materiais mais eficientes, reduzindo as emissões e limitando a utilização de matérias-primas.

Além disso, segundo Oliveira e Ruppentha (2020), os materiais naturais e os sistemas avançados de ventilação garantem uma melhor qualidade do ar interior, o que tem um impacto positivo na saúde e no bem-estar. Muitas vezes, estes apartamentos também oferecem soluções modernas, como sistemas inteligentes de gestão residencial, que aumentam o conforto de utilização.

Mendes, Fabricio e Imai (2020) enfatizam que, apesar de muitas vantagens, a construção sustentável também enfrenta desafios. Um deles são os custos de investimento mais elevados relacionados com a utilização de tecnologias e materiais modernos. No entanto, deve ser enfatizado que este investimento compensa ao longo do tempo graças à redução dos custos operacionais.

Para que a construção sustentável seja difundida em grande escala, os novos edifícios verdes devem ser competitivos. Isso significa que devem oferecer aos seus usuários o padrão e o conforto exigidos no momento e, ao mesmo tempo, permanecer financeiramente aceitáveis. Isto requer uma seleção rigorosa de materiais, equipamentos técnicos, bem como procedimentos de construção e operação que conduzam não só a um baixo consumo de energia, mas também a uma utilização saudável e econômica (SANTOS *et al.*, 2022).



Ao mesmo tempo, a indústria da construção é uma indústria de rápido crescimento e com grandes valores investidos e gerados. Com números tão elevados como na indústria da construção, é essencial encontrar materiais de construção alternativos e reduzir a quantidade de resíduos (CUSTÓDIO; DAVID; BARATA, 2021).

5. SISTEMAS CONSTRUTIVOS E MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

A maneira mais rápida de alcançar o sucesso na minimização de custos na construção é utilizar recursos sustentáveis que reduzam custos, exigindo menos recursos como água e energia durante o processo de construção, o que naturalmente aumenta o retorno do investimento. Isto significa que os edifícios sustentáveis podem ser construídos com menores custos e aumentam o valor do imóvel a longo prazo pelo valor agregado pela pegada sustentável (MENDES; FABRICIO; IMAI, 2020).

Ao utilizar recursos renováveis juntamente com softwares de gestão de projetos, as empresas de construção podem reduzir significativamente a quantidade de retrabalho em cada projeto através de uma comunicação eficaz que reduz o desperdício e poupa tempo e recursos econômicos (CUSTÓDIO; DAVID; BARATA, 2021).

A combinação e seleção corretas de materiais ajudam a reduzir a carga ambiental no entorno. Portanto, é aconselhável comprar materiais locais, naturais, renováveis, recicláveis e materiais com baixas emissões durante a sua produção, que também ajudam a apoiar a biodiversidade e a restaurar e substituir a vegetação (CAMPOS; BERTINI, 2019).

A indústria está introduzindo novas tecnologias que permitem a produção de materiais mais ecológicos ou biodegradáveis. Esses materiais também são utilizados na construção. Isto é muito importante porque os novos edifícios estão a substituir os espaços verdes nas cidades em constante crescimento. Os materiais utilizados na construção têm um impacto significativo no ecossistema, mesmo que nem sempre seja óbvio (BARBOSA; OLIVEIRA, 2021).

Holanda *et al.* (2023) afirmam que a fase de projeto inclui a seleção de materiais e tecnologias a serem utilizadas na nova construção. É importante que tenham o menor impacto possível no ambiente, tanto na fase de produção (por exemplo, utilizando materiais reciclados, reduzindo resíduos) como durante a sua utilização a longo prazo (menor custo de manutenção, menos gastos energéticos com iluminação, ventilação, aquecimento).

A durabilidade da estrutura e dos materiais também é muito importante. Um edifício que não necessita de grandes reparos a longo prazo será muito mais sustentável em poucos anos do que aquele que exige custos financeiros e materiais significativos em manutenções e reparos (LAGOA *et al.*, 2021).

Bons projetos e materiais conduzem, assim, não só a redução do uso de recursos financeiros durante sua execução, mas também têm um impacto positivo no ambiente graças à diminuição da quantidade de resíduos de construção. Para compreender a base da construção sustentável e a importância dos materiais utilizados, deve-se focar na alta qualidade (SANTOS *et al.*, 2022).

Quando se trata de sustentabilidade, o uso dos materiais certos também é importante. A combinação e escolha adequada de materiais pode fazer uma grande diferença no impacto ambiental no entorno. Materiais locais, naturais, renováveis e recicláveis, além daqueles materiais com baixas emissões na sua produção ajudam a apoiar a biodiversidade (CUSTÓDIO; DAVID; BARATA, 2021).

Dentre os sistemas construtivos que têm se destacado na perspectiva da sustentabilidade, enfatiza-se o sistema Steel frame, também em sua versão Light Steel frame. A estrutura metálica como um todo é uma técnica de construção que utiliza a combinação de vigas e colunas para criar uma espécie de estrutura de esqueleto que suporta os pisos, paredes, janelas e telhado de um edifício - ou o peso geral de um edifício (ARAGÃO *et al.*, 2022).

Guimarães, Costa e Gonçalves (2019) definem que as colunas e vigas metálicas podem ser conectadas entre si de diversas maneiras diferentes. Alguns dos métodos mais comuns são soldagem, rebiteagem e aparafusamento. Esse tipo de engenharia também permitiu a construção das chamadas cidades verticais

A construção com estrutura de aço leve é um método de construção inovador que ganhou popularidade devido às suas diversas vantagens, como: baixo peso de modo que o custo da fundação é reduzido, pré-fabricação, montagem muito rápida e simples, não necessitando de mão de obra qualificada, elegância, possibilidade de ampliar ou modificar a instalação existente, possibilidade de substituição de elementos danificados, possibilidade de desmontagem completa e elevada proteção anticorrosiva dada pela galvanização (SOUZA; PEREIRA, 2023).

No entanto, Holanda *et al.* (2023) referem que também existem limitações e desvantagens. A construção leve com estrutura de aço pode ser relativamente barulhenta e pode exigir isolamento adicional para reduzir a transmissão do som. A estrutura de aço leve tem alta condutividade térmica, o que significa que pode permitir que o calor passe através das paredes, tornando o edifício menos eficiente em termos energéticos. Ademais, em comparação com materiais de construção tradicionais, a disponibilidade de estruturas de aço leves no mercado é relativamente menor.

Estas desvantagens podem ser mitigadas através da utilização de isolamento adicional e revestimentos resistentes à corrosão para melhorar o isolamento acústico do edifício e reduzir a corrosão. No geral, a construção com estrutura de aço leve é uma excelente alternativa aos métodos de construção tradicionais em termos de respeito ao meio ambiente e economia (PRATES; CONFORTE, 2019).

Outro método construtivo que tem tomado espaço, e que pode ser associado ao sistema Steel frame para o fechamento das paredes, é o de construção a seco ou drywall, que basicamente utiliza placas de gesso cartonado. A construção de uma parede em drywall não necessita de argamassa e água, é mais rápida e simples do que a construção de uma parede de alvenaria (GUIMARÃES; COSTA; GONÇALVES, 2019).

Conforme Guimarães *et al.* (2021), o gesso é um material de construção com boas propriedades técnicas e ambientais, é um material com muito boas propriedades isolantes, tanto térmicas como acústicas. É importante destacar que as placas de gesso também são um material de construção sustentável, pois o gesso é uma matéria-prima natural e o processo de produção das placas de gesso economiza energia.

As placas de gesso acartonado, também denominadas de drywall podem parecer frágeis no início, mas isso só acontece até serem instaladas. Depois disso, as construções ficam muito estáveis. As placas têm uma relação custo/benefício que as tornaram populares, são simples de trabalhar e não precisam de tempo para secar como acontece com as paredes de alvenaria. Além disso, é uma solução flexível e fácil de adaptar e configurar às demandas dos projetos, permitem um acabamento interior rápido e estético, bem como uma fácil introdução de alterações no futuro (PRATES; CONFORTE, 2019).

Existem também diferentes tipos de drywall. As placas mais populares são as bran-

cas ou cinza tipo standard (ST), que podem ser usadas em ambientes secos. Placas com maior resistência à umidade e adequadas para ambientes úmidos (banheiro, cozinha) são as drywall verde (RU), produzidas com elementos hidrofugantes em sua base para resistir aos mais intensos níveis de exposição à umidade. Para o revestimento em ambientes que necessitam de maior ao fogo, as indicadas são as drywall rosa (RF), que contam com fibra de vidro em sua composição (BEGO; LUQUESI; SILVA, 2023).

Outra tendência é o uso do Poliestireno Expandido (EPS) na construção civil. No passado, os blocos de poliestireno eram usados apenas para fazer o isolamento de paredes, mas são cada vez mais utilizados na construção de edifícios residenciais inteiros. As casas feitas de poliestireno distinguem-se por um alto coeficiente de isolamento térmico. Com parâmetros de resistência aumentados, o EPS é usado para construir paredes de edifícios, por ser um material resistente às mudanças de temperatura, à umidade e à influência de substâncias químicas. Uma outra característica também é a não inflamabilidade (PIRES; SANTOS; LIMA, 2021).

Conforme Silva, Florian e Ferreira Filho (2021) as dimensões dos blocos de EPS lembram elementos de cerâmica ou concreto e permitem a construção rápida e sem problemas de paredes externas, graças ao seu baixo peso aliado à alta durabilidade do material. Vale acrescentar também que os blocos de isopor possuem juntas especiais que facilitam a montagem e aumentam a estanqueidade da divisória.

Construir uma casa com EPS usa uma técnica que uni todos os elementos para formar um grande monobloco. As paredes externas feitas desta forma são reforçadas com malha adicional aço e fixadas às fundações. Uma casa feita com essa tecnologia pode ter um coeficiente de transferência de calor muito baixo, atendendo aos requisitos de edifícios energeticamente eficientes e até passivos (CHAMI; COIMBRA; SILVA, 2022).

Uma outra tendência que tem se desenvolvido significativamente é a pré-fabricação e o desenvolvimento de estruturas de madeira, ou Wood frame. As estruturas de madeira, que fazem uso de madeiras de reflorestamento, são o único material de construção que não emite dióxido de carbono para a atmosfera, mas, pelo contrário, o absorve. A madeira não emite cargas eletrostáticas e ajuda a regular a umidade, o que é de grande importância para pessoas com sistema respiratório sensível. Atua como um isolante acústico ideal e evita ecos (BEGO; LUQUESI; SILVA, 2023).

Conforme Resende *et al.* (2021), a madeira utilizada, geralmente pinus ou eucalipto, mas também o bambu e outras madeiras maciças, secas e sem imperfeições, como nós e resíduos, caracterizam-se pela estabilidade de forma, muito boa resistência às intempéries, bom amortecimento acústico, fácil usinabilidade e processabilidade.

A poupança de energia durante a produção de elementos pré-fabricados, transporte e montagem significa que a construção de uma casa pré-fabricada de madeira é muito menos onerosa para o ambiente natural do que a construção com tecnologia tradicional. Os elementos pré-fabricados prontos saem da fábrica para o local onde será construída a casa. A estrutura leve não requer fundações fortes e reforços gigantescos, de modo que o estado de casa fechada pode ser alcançado em poucas semanas.

Estima-se que uma casa de madeira, feita de elementos secos e bem protegidos, utilizando materiais de boa qualidade e construída profissionalmente, pode durar em excelentes condições até várias centenas de anos, sendo, portanto, comparável às casas feitas com tecnologia de alvenaria. Ao mesmo tempo, uma casa de madeira construída com o sistema Wood frame cumpre o papel de casa passiva, pois aquece muito rapidamente e tem menores perdas de calor, o que significa que os custos de aquecimento são mais baixos do que em edifícios de alvenaria (SANTOS *et al.*, 2022). Enfim, cabe então um comparativo

entre os métodos apresentados, conforme Quadro 1.

Método Construtivo	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Wood frame	Método completo de construção, que pode ser usado desde a estrutura do edifício até os acabamentos, adequado para uma ampla variedade de construções, incluindo edifícios de vários andares, devido à sua alta resistência e durabilidade. É um material renovável e sustentável, se proveniente de fontes certificadas. Possui naturalmente boas propriedades de isolamento térmico, contribuindo para a eficiência energética do edifício, com menor necessidade de uso de outros materiais. Facilita modificações e ampliações futuras devido à sua flexibilidade estrutural. A pré-fabricação dos painéis de madeira permite uma construção rápida e eficiente no local. Amadeira é menos resistente ao fogo que o <i>steel frame</i>, embora tratamentos específicos possam melhorar essa característica.	A madeira está sujeita a apodrecimento, infestação por insetos e outros problemas, necessitando de tratamento adequado e manutenção regular. Apesar de tratamentos específicos para aumentar a resistência ao fogo, a madeira é naturalmente mais inflamável que outros materiais como o aço. O custo pode variar bastante, inclusive pode ser maior que outros métodos dependendo da disponibilidade e custo da madeira em cada região. A madeira está sujeita a apodrecimento, infestação por insetos e outros problemas, necessitando de tratamento adequado e manutenção regular. Resistência ao Fogo: Apesar de tratamentos específicos, a madeira é naturalmente mais inflamável que outros materiais.
Steel frame	O aço é resistente a pragas, decomposição e deterioração, proporcionando uma vida útil mais longa que a madeira. O aço não é inflamável, tem maior resistência ao calor e ao fogo que a madeira, portanto, apresenta maior segurança contra incêndios. A utilização de perfis de aço resulta em maior precisão de montagem e na construção como um todo, além de permitir uma montagem rápida no local. O aço pode ser reciclado infinitamente sem perder suas propriedades, contribuindo para a sustentabilidade. O <i>steel frame</i> necessita de materiais isolantes adicionais para melhorar a eficiência devido à alta condutividade térmica do aço.	O aço tem baixa resistência térmica e pode conduzir calor, necessitando de isolamento adicional para eficiência energética. O custo inicial pode ser mais alto devido ao preço do aço e à necessidade de isolamento extra. Embora o aço galvanizado resista à corrosão, ele ainda pode ser vulnerável em ambientes muito úmidos ou salinos se não for tratado adequadamente. Necessita de materiais isolantes adicionais para melhorar a eficiência térmica devido à alta condutividade térmica do aço.

Drywall	Permite fácil modificação do projeto interno e criação de diferentes formas e acabamentos em todos os tipos de ambientes, sejam comerciais e residenciais. A instalação é rápida e gera menos resíduos em comparação com a alvenaria tradicional. Proporciona acabamentos com superfícies lisas e prontas para receber pintura ou revestimento. Quando combinado com materiais isolantes, pode oferecer bom isolamento acústico.	É um sistema de construção interno, por isso necessita de estrutura de metal ou madeira em que possa ser fixado, ou seja, não serve como estrutura principal. As placas são suscetíveis a danos por impactos e umidade, requerendo cuidados especiais em áreas molhadas. O material em si não possui propriedades isolantes térmicas significativas e geralmente é combinado com outros materiais para essa finalidade. É resistente ao fogo, mas a estrutura de suporte, se feita de madeira, pode ser menos resistente comparada ao uso de metal. Não suporta cargas pesadas sem reforços adequados, limitando seu uso em aplicações estruturais. Geralmente tem um custo mais acessível para acabamentos internos, mas o custo pode aumentar dependendo dos tratamentos necessários para resistência à umidade e fogo.
EPS	Excelente capacidade de isolamento térmico, contribuindo para a eficiência energética do edifício. Material leve, facilitando o transporte e a manipulação no canteiro de obras. A pré-fabricação dos painéis de EPS permite uma construção rápida e eficiente. Não absorve água, o que ajuda a evitar problemas de umidade e mofo. Pode ser reciclado e contribui para a eficiência energética do edifício.	Embora existam versões de EPS tratadas com retardantes de chama, é menos resistente ao fogo em comparação com outros materiais. Pode ser suscetível a danos físicos se não for protegido por camadas de revestimento. O EPS em si não é estruturalmente forte e por isso precisa ser combinado com outros materiais para suportar cargas.

Adaptado de: Moura (2019); Prates e Conforte (2019); Pires, Santos e Lima (2021); Chami Coimbra e Silva (2022); Santos e Amaral (2022); Bego, Luquesi e Silva (2023).

A escolha entre os métodos construtivos e materiais depende das necessidades específicas do projeto, pois todos permitem construções rápidas e eficientes devido à pré-fabricação, mas o Steel frame tende a oferecer maior precisão e consistência devido à natureza industrializada do material. No entanto, considerando parâmetros como durabilidade, custo, eficiência energética e considerações ambientais, cada método e material oferece vantagens distintas que podem ser mais ou menos adequadas dependendo do propósito do projeto, do local de implantação, público e usuários, além da abordagem mais eficiente de sustentabilidade, como a certificação LEED.

6. CONCLUSÃO

A sustentabilidade é uma tendencia mundial que vem sendo cobrada em todas as

áreas. Na construção, que é um seguimento que utiliza diversos materiais e técnicas construtivas e que historicamente tem sido apontada como grande consumidora de insumos e geradora de resíduos, as propostas de certificações vieram como um incentivo à novas práticas pautadas em uma ecoperspectiva.

Dentre os sistemas de certificações, a LEED tem se destacado no Brasil, que ocupa o quarto lugar mundial em projetos classificados como no segmento de construção sustentável, atrás apenas da China, Canadá e Índia. Esse fato mostra o grande interesse brasileiro em se moldar a essas novas práticas, ao mesmo tempo em que mostra também o grande mercado para profissionais que busquem se especializar no planejamento, execução e controle de obras sustentáveis. Destaca-se ainda que em 2024 o Brasil ocupa a 4ª posição no ranking global de projetos de construção sustentável certificados pela LEED.

Embora sejam geralmente as grandes incorporadoras que busquem essas certificações para projetos de destaque, as premissas LEED podem ser agregadas em todos os tipos de projeto, o que favorece a criação de uma cultura construtiva sustentável. Desde pequenos projetos de reforma, construção de empreendimentos populares até obras de arte construtivas podem se beneficiar usando os princípios das construções sustentáveis.

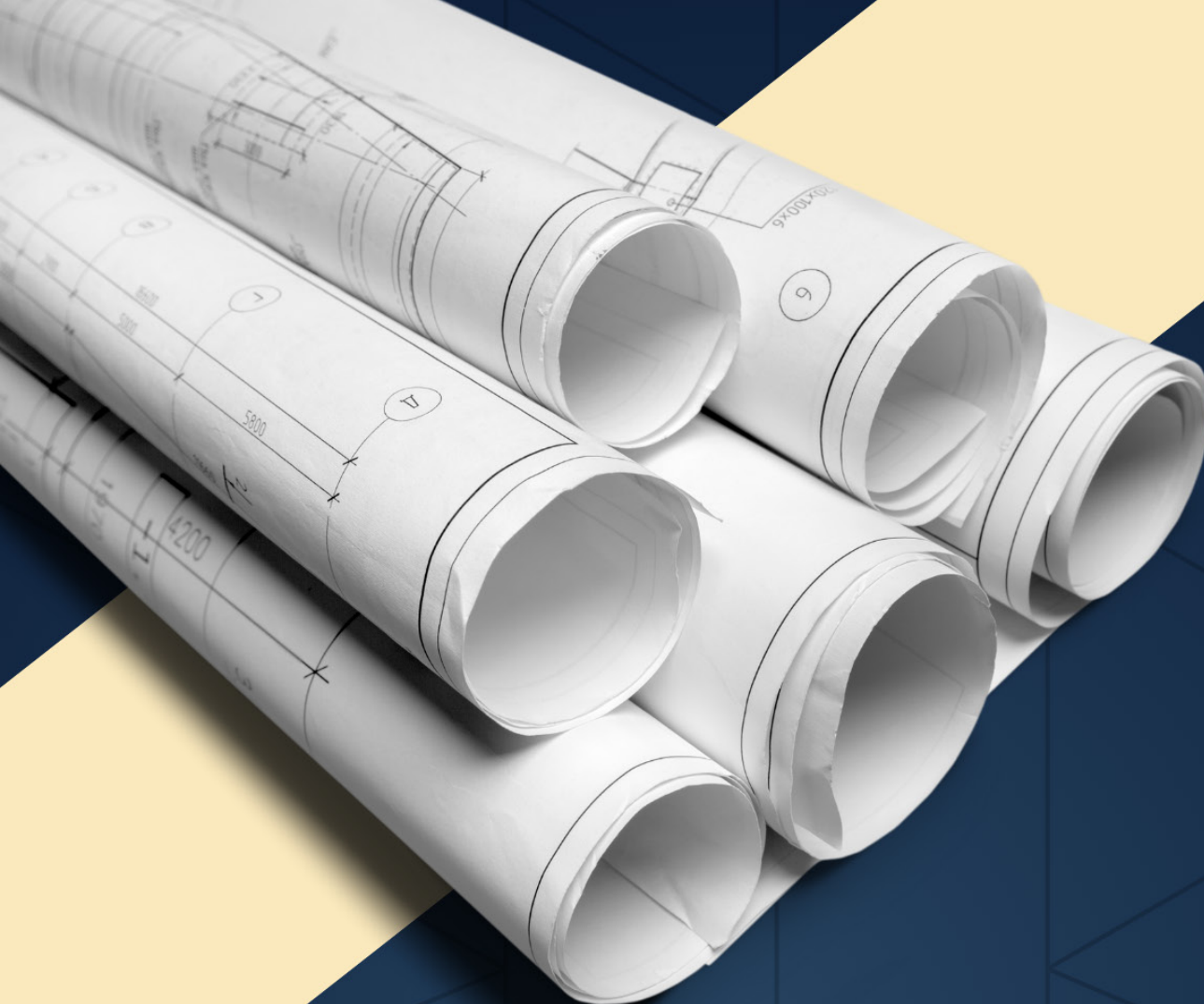
Conclui-se que optar por novas formas construtivas e uso de materiais inovadores ou com novos usos abre uma ampla gama de possibilidades que se enquadram nas propostas de proteção ambiental e inovação da LEED, trazendo um campo de atuação aberto para os profissionais que se adequem e se capacitem para essa nova forma de pensar e projetar para todos os tipos de construções, sejam novas execuções, reformas ou ampliações.

Referências

- ARAGÃO, W. D. et al. Steel frame – construção sustentável e comparação com sistema construtivo convencional. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 9, p. e49011932118, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i9.32118.
- BARBOSA, J.; OLIVEIRA, N.; OLIVEIRA, T. **Análise comparativa entre os métodos construtivos de parede de concreto armado moldada in loco e de alvenaria estrutural em unidades habitacionais de baixo custo**. Centro Universitário Ateneu, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2021.
- BEGO, D. E.; LUQUESI, R. A.; SILVA, O. H. da. O Drywall como Alternativa à Alvenaria de Vedação Vertical Convencional na Construção Civil: Uma Revisão Bibliográfica. **R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol**, Medianeira, v. 14, n. 32, p. 41 – 56, jan/abr, 2023.
- CAMPANA, A. C. M. B. et al. A importância do sistema de gestão ambiental para obtenção de selos sustentáveis na construção civil: uma revisão narrativa. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 11, p. 3–17, 2022.
- CAMPOS, S. A.; BERTINI, A. A. Desempenho de sistemas construtivos inovadores para habitações no Brasil. **2º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos**, Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo São Paulo, 2019.
- CHAMI, T. S.; COIMBRA, F. M.; SILVA, A. J. M. painéis monolíticos em EPS: Análise da viabilidade econômica no município de Teófilo Otoni-MG. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v2, 2022/02.
- CUSTÓDIO, I. M.; DAVID, P. L. D.; BARATA, T. Q. F. Sustentabilidade a partir do uso de selos de certificação ambiental em empreendimentos de Habitação Social. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 14, n. 35, 2021.
- GUIMARÃES, M. M.; COSTA, V. da S.; GONÇALVES, J. R. M. R. Vantagens ambientais do sistema construtivo light steel framing no segmento de construção civil. **TEC-USU**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 39-54, jan/jun 2019.
- GUIMARÃES, M. M. et al. Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação drywall e alvenaria convencional- estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 4, 2021.
- HOLANDA, D. K. de S. L. et al. Light Steel frame: uma revisão da literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 149–156, 2023.



- KEELER, M.; VAIDYA, P. **Fundamentos de Projetos de Edificações Sustentáveis**. São Paulo: Bookman, 2019. 362 p.
- LAGOA, D. C. et al. Light Steel frame como alternativa ao sistema convencional de construção, visando a redução de patologias construtivas. **Brazilian Journal Of Development**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 36406-36421, 8 abr. 2021.
- MENDES, M. C. M.; FABRICIO, M. M.; IMAI, C. Proposta de método otimizado para a avaliação de desempenho em uso de sistemas construtivos inovadores. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 457-474, abr./jun. 2020.
- MOURA, P. H. M. **Drivers e barreiras à inovação sustentável na construção civil: evidências do Brasil**. 2021. 181f. Dissertação (Mestrado - Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2021.
- MOURA, T. R. C. de. Construção sustentável de casas populares: Steel frame e Wood frame. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. ano 04, ed. 03, v. 06, p. 15-29. 2019.
- OLIVEIRA, M. L. de; RUPPENTHAL, J. E. Certificação LEED: O incremento da inovação no ambiente construído em relação a sustentabilidade. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, SC, Brasil, v.12, n. 23, p. 17-31, 2020.
- PIRES, B. L.; SANTOS, Y. R. dos. LIMA, L. R. A utilização do poliestireno expandido na construção civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. ano 06, ed. 06, v. 17, p. 18-32. Jun./2021.
- PRATES, B. T.; CONFORTE, M. E. O uso do sistema Steel frame como alternativa para melhor produtividade na Construção Civil. **Boletim do Gerenciamento**, [S. l.], v. 9, n. 9, p. 35-44, out. 2019.
- RESENDE, E. B. et al. Utilização da moldura de madeira na construção civil no Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 6, p. e31210615818, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15818.
- SANTOS, F. M. dos; AMARAL, D. R. B. Métodos construtivos inovadores: Análise dos fatores que limitam ou incentivam a escolha. **TEC-USU**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 53-78, 2022.
- SANTOS, M. M. L. dos et al. Revisão integrativa do uso da madeira através do sistema construtivo Wood frame no Brasil. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 1, p. e31511124831, 2022.
- SILVA, W. B. da; FLORIAN, F.; FERREIRA FILHO, W. G. Uso e importância do poliestireno expandido (eps) na construção civil. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 2, n. 10, p. e210868, 2021.
- SOUZA, I. V. S. de; PEREIRA, G. B. Construção Sustentável Com Componentes Modulares. **Revista Multidisciplinar do Sertão**, v. 2, n. 2, p. S137-S140, 28 nov. 2023.
- SUGAHARA, E. S.; FREITAS, M. R. de; CRUZ, V. A. L. da. Análise das certificações ambientais de edificações. **Interação - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 23, n. 1, p. 12 - 24, 23 fev. 2021.



48

LEAN CONSTRUCTION COMO INSTRUMENTO DE GERENCIAMENTO EM CANTEIROS DE OBRAS

**LEAN CONSTRUCTION AS A MANAGEMENT INSTRUMENT
ON CONSTRUCTION SITES**

Arleson dos Santos Ripardo

Resumo

Para a evolução e desenvolvimento da construção civil, diversas metodologias têm sido desenvolvidas e adaptadas para promover maior qualidade, eficiência, redução do desperdício e dos custos. Este artigo destaca a filosofia Lean Construction, que é versão da Lean Manufacturing para indústria da construção. A partir de uma revisão de literatura, este trabalho teve como objetivos discutir como o Lean Construction pode ser aplicado em canteiros de obras, destacando a necessidade de adaptação da indústria da construção civil à sustentabilidade e à gestão eficiente de recursos com ênfase na aplicação do Lean Construction. Foram apresentados os princípios e ferramentas do lean, reconhecendo seu valor, mas também as barreiras para sua implementação em empreiteiras de médio e grande porte. Conclui-se que, a capacitação dos profissionais da indústria da construção em relação à gestão eficiente de recursos e proteção do meio ambiente é um fator vital para resultados adequados, assim como para correta aplicação dos princípios do Lean na construção.

Palavras-chave: Construção Civil. Lean Construction. Canteiro de obras.

Abstract

For the evolution and development of civil construction, several methodologies have been developed and adapted to promote greater quality, efficiency, waste and cost reduction. This article highlights the Lean Construction philosophy, which is the version of Lean Manufacturing for the construction industry. Based on a literature review, this work aimed to discuss how Lean Construction can be applied on construction sites, highlighting the need to adapt the construction industry to sustainability and efficient resource management with an emphasis on the application of Lean Construction. The principles and tools of lean were presented, recognizing its value, but also the barriers to its implementation in medium and large construction companies. It is concluded that training professionals in the construction industry in relation to efficient resource management and environmental protection is a vital factor for adequate results, as well as for the correct application of Lean principles in construction.

Keywords: Civil Construction. Lean Construction. Construction site.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é imprescindível para o crescimento de um país, já que é responsável pela edificação da infraestrutura indispensável para diversos outros setores da economia, gera emprego, renda e desenvolvimento social. O setor enfrenta um grande contraste, no qual há situações primitivas de trabalho e outras que se defrontam com um grande desenvolvimento tecnológico, emprego de equipamentos, técnicas e materiais modernos, as quais requerem elevada especialização da mão de obra. Nas duas realidades, existe a necessidade de gerir de forma eficiente os processos de execução, que começa já no planejamento e projeto.

O setor da construção civil tem uma importância incontestável no Brasil no que se refere a participação no desenvolvimento socioeconômico. Ao mesmo tempo, vem sendo citado como um dos maiores causadores de impactos ambientais, decorrentes da utilização massiva de recursos naturais não renováveis, além da ativa geração de resíduos, cujo destino muitas vezes não é adequado e/ou sustentável.

Na era do desenvolvimento sustentável, a engenharia civil e o meio ambiente estão estritamente relacionados. Escolha dos materiais, execução da obra, gestão responsável do trabalho, uso de métodos eficientes de transporte e logística, uso de materiais de construção com baixo teor de carbono, gestão de resíduos, maior eficiência com menor custo sem comprometer a viabilidade ou a integridade do empreendimento, são apenas algumas das novas demandas requeridas por toda e de qualquer obra, seja a implantação de um empreendimento ou uma reforma.

Os princípios da construção enxuta ou Lean Construction, ou seja, planejamento, organização, otimização do desempenho e controle proativo se alinham a necessidade de implementação da metodologia Building Information Modeling (BIM), oferecendo oportunidades significativas para melhorar a eficiência, colaboração e qualidade nos projetos de construção, especialmente nos quesitos de planejamento integrado, simulação e análise de fluxo de trabalho, gestão de materiais, logística, feedback e melhoria contínua.

Estes mesmos princípios tornam possível organizar e gerir um canteiro de obras de forma eficiente. Mas é importante destacar que o Lean deve ser adotado desde a concepção do projeto, portanto é necessário definir a organização do espaço, do trabalho e dos processos mesmo antes da implantação do canteiro.

Minimizar ou eliminar o desperdício em cada processo são prioridades da filosofia da construção enxuta, visando otimizar o uso de recursos e ampliar a eficiência ao longo do ciclo de vida do projeto. Além de dar ênfase ao combate desperdício de recursos, a construção enxuta enfatiza especificamente o desperdício de recursos (mão de obra, energia, água, dentre outros) e prevenção da geração de resíduos em uma obra.

Os gestores de canteiro de obra podem interpretar os resíduos apenas como perdas de material. Porém, existem outros tipos de desperdício, relacionados à execução de atividades desnecessárias com recursos que geram custos adicionais, mas não agregam valor à construção.

Portanto, é necessário encontrar soluções para o problema do desperdício de recursos nos canteiros de obras. A gestão eficiente dos processos da indústria da construção civil pode assumir formas práticas a partir da adoção dos princípios de Lean Construction no próprio canteiro de obras, com o planejamento e controle das etapas de execução, que levam à redução do desperdício e à otimização de uso dos recursos de pessoal, material e



tempo.

Nesse sentido, surge a seguinte questão norteadora: como os princípios do Lean Construction podem ser aplicados de forma eficiente e sustentável no gerenciamento de canteiros de obras visando reduzir o desperdício na construção civil?

Assim, o objetivo geral desse artigo foi discutir, por meio de uma revisão de literatura, como o Lean Construction pode ser aplicado em canteiros de obras. Ao mesmo tempo, foram definidos como objetivos específicos, destacar a necessidade de adaptação da indústria da construção civil à sustentabilidade e gestão de recursos com ênfase na adoção dos princípios da Lean Construction, além de apresentar aplicações dessa filosofia em canteiros de obra.

Esse trabalho pode contribuir com a comunidade acadêmica ao reunir conhecimentos sobre a aplicação do Lean Construction na gestão de canteiros de obras, apresentando tanto enfoques teóricos quanto resultados obtidos por propostas eficientes que foram implementadas em localidades brasileiras e demonstradas através de estudos, que podem servir de subsídios para propostas adequadas, inovadoras e eficientes em projetos de várias amplitudes.

O artigo foi organizado em três tópicos principais, sendo o primeiro esta introdução, que faz a apresentação do tema, a problematização e os objetivos. O segundo tópico descreve a metodologia, aborda os princípios do Lean Construction e sua aplicação em canteiros de obras. O terceiro tópico encerra a pesquisa, fazendo as considerações sobre os estudos inclusos nessa revisão bibliográfica.

2. METODOLOGIA

A estratégia de pesquisa aplicada nesse trabalho teve como procedimentos metodológicos o levantamento bibliográfico, na forma de estudo de revisão de literatura com abordagem qualitativa. A escolha do método bibliográfico se deu pelo fato dessa técnica favorecer o acesso do pesquisador selecionar na literatura pertinente os estudos científicos que embasam a discussão sobre o objeto de estudo, dispondo a um rol de informações amplo e já consagrado pelo campo de estudo.

A coleta de dados foi constituída pelas seguintes etapas: acesso às bases de dados online Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO), utilizando os termos de busca: construção civil, Lean Construction e gerenciamento de canteiro de obras. Posteriormente foi realizada a seleção dos trabalhos, considerando os critérios de inclusão, ou seja, produzidos em português e publicados nos últimos cinco anos, entre 2019 e 2024, procedendo a leitura dos documentos selecionados na íntegra para que fosse possível o domínio do conhecimento necessário para a produção do artigo científico.

3. PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION

O termo Sistema de Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP), descreve a totalidade dos princípios, métodos e procedimentos de pensamento para a organização eficiente de toda a cadeia de valor de bens industriais, ficando então conhecido como Lean Manufacturing. A partir da transformação de conceito inicia a filosofia Lean, surgindo uma mudança de significado e criação de uma filosofia, o Lean Thinking ou Pensamento Enxuto, com subsequente expansão para outras indústrias, dos mais diversos setores e

empresas (SANTOS, 2023).

Enquanto inicialmente o foco estava na produção, a evolução direcionou às adaptações do Lean por gerentes e consultores gerenciais criando uma filosofia de liderança chamada de gerenciamento enxuto, ou ainda Lean Management, que atualmente é aplicado, por exemplo, nas áreas administrativa, tecnologia da informação, agronegócios e na saúde (SILVA; MELLO, 2021).

Lean Construction trata-se da adaptação dos princípios lean do STP à indústria da construção, de modo que durante a concepção de um projeto, realiza-se um processo contínuo para eliminar o desperdício, atingindo ou excedendo todas as expectativas dos clientes, com foco em todo o fluxo de valor e busca da perfeição. A Lean Construction analisa todo o ciclo de vida de um edifício, do planejamento à construção e uso, até a demolição (TEZEL *et al.*, 2020).

O Lean Construction também se baseia organizar um fluxo de atividades visando maximizar o valor e minimizar o desperdício nos processos da indústria da construção. Com a ajuda de técnicas e ferramentas específicas, tais como sistema Last Planner, a filosofia Lean é transferida para o planejamento e execução de projetos de construção (LIMA, 2023).

Diante do exposto, o gerenciamento enxuto significa agregar valor sem desperdício. O objetivo é coordenar de maneira otimizada todas as atividades necessárias para a geração de valor e evitar atividades desnecessárias. Esse processo envolve examinar e melhorar o sistema existente de duas perspectivas: do ponto de vista do cliente, cujos desejos de disponibilidade, individualidade, qualidade e preço devem ser atendidos da melhor maneira possível; e do ponto de vista da própria empresa, que deve operar com lucro e melhorar sua competitividade. Essa abordagem tenta gerenciar e melhorar os processos de construção com custo mínimo e valor máximo, levando em consideração as necessidades do cliente (JARAMILLO *et al.*, 2022).

A abordagem Lean Construction enfatiza o planejamento colaborativo e a integração de todas as partes interessadas no processo de planejamento. Ao utilizar o BIM como uma plataforma central para compartilhar informações e colaborar em um ambiente virtual, os membros da equipe podem trabalhar juntos para desenvolver planos de trabalho detalhados, identificar pendências e antecipar potenciais problemas antes do início da construção (COSTA; HAMZAGIC; CARDOZO, 2023).

Existem várias ferramentas e técnicas utilizadas no Lean Construction para melhorar a eficiência, reduzir desperdícios e promover a melhoria contínua. Aqui estão algumas das principais ferramentas do Lean Construction, dentre as quais destacam-se: Mapa de fluxo de valor, Last Planner System (LPS), metodologia 5S, Kanban, Kaizen e A3 thinking (CAMPOS; AZEVEDO, 2021).

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é uma técnica que visualiza o fluxo de trabalho atual e identifica oportunidades de melhoria para eliminar desperdícios e aumentar o valor para o cliente. A função é ajudar a identificar gargalos, tempo de espera e atividades que não agregam valor ao processo (BOERIZ; GONÇALES FILHO, 2021). A Figura 1 mostra um modelo genérico das Etapas iniciais do mapeamento de fluxo de valor e um Exemplo de Exemplo de MFV.

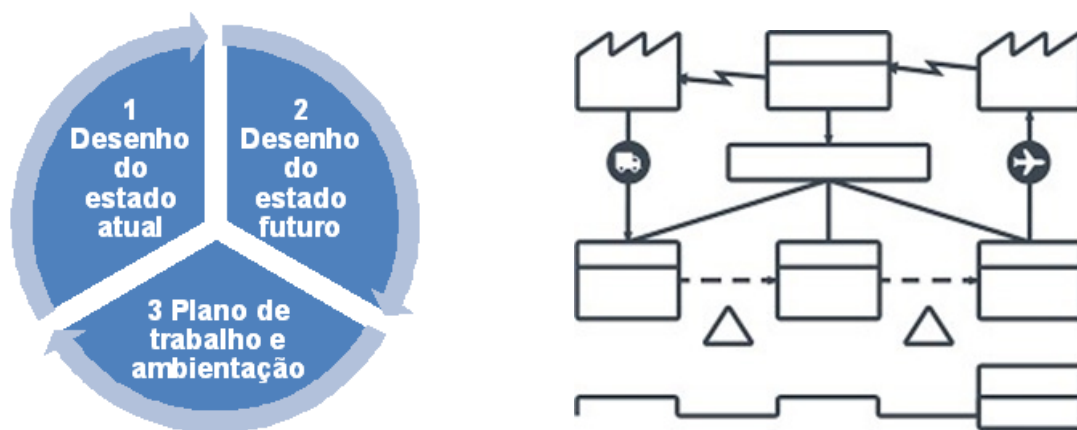


Figura 1. Etapas iniciais do mapeamento de fluxo de valor e Exemplo de MFV

Fonte: Adaptado de Toledo (2020).

Outra ferramenta Lean Construction é o Last Planner System (LPS), que é uma abordagem colaborativa de planejamento e programação que envolve os membros da equipe na definição de metas de produção realistas, na identificação de dependências e na resolução de problemas para garantir a entrega pontual das tarefas. As equipes podem, portanto, reagir com flexibilidade a desafios inesperados.

A metodologia 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) é uma abordagem para organizar o local de trabalho, eliminar desperdícios e padronizar processos, envolvendo as etapas de classificação, organização, limpeza, padronização e manutenção da organização no ambiente de trabalho. Ao implementar a metodologia 5S, as organizações podem promover um ambiente de trabalho mais seguro, limpo e eficiente, reduzindo desperdícios e melhorando a produtividade e a qualidade dos resultados (AMORIM *et al.*, 2021).

O *Kanban* é um sistema visual de gerenciamento de fluxo de trabalho que utiliza cartões ou placas para representar tarefas ou atividades em diferentes estágios do processo, auxiliando a equilibrar a carga de trabalho, identificar gargalos e priorizar tarefas com base na capacidade disponível (SANTOS, 2023).

O *Kaizen*, que significa “melhoria contínua” em japonês, é uma filosofia que incentiva a busca constante por pequenas melhorias incrementais nos processos, produtos e serviços, abrangendo a identificação de problemas, o desenvolvimento de soluções e a implementação de mudanças para aumentar a eficiência e a qualidade (COSTA; HAMZAGIC; CARDOZO, 2023).

Quanto o A3 Thinking é uma abordagem estruturada para resolver problemas e tomar decisões, baseada em um formato de documento A3 que resume o problema, análises de causa raiz, planos de ação e resultados esperados. Além dessas, existem outras ferramentas e técnicas utilizadas no Lean Construction para promover a eficiência e a melhoria contínua. Cada ferramenta pode ser adaptada às necessidades específicas do projeto e da equipe (AMORIM *et al.*, 2021).

Como exemplo da aplicação dessas ferramentas, Gomes, Dutra e Dutra (2019) realizaram um estudo aplicado os princípios Lean Construction no gerenciamento de uma obra de urbanização. Para chegar ao objetivo, ou seja, construir uma quadra poliesportiva, atendendo aos requisitos de qualidade contratados, primeiro fizeram uso do Last Planner System (LPS), partindo da definição dos processos, em seguida a análise de cada um para desenvolver estratégias para a melhoria do processo. A Figura 2 mostra o detalhamento dos processos realizado pelos autores.

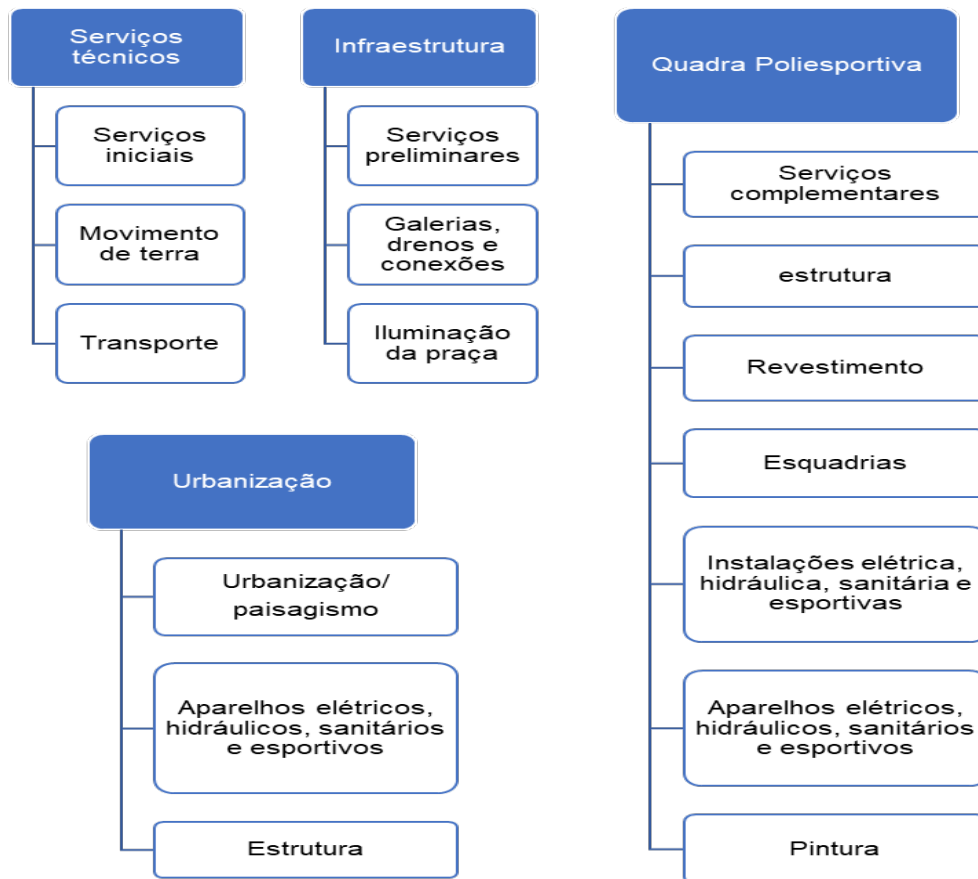


Figura 2. Detalhamento de processos construtivos baseados no Lean Construction

Fonte: Adaptado de Gomes, Dutra e Dutra (2019)

Conforme os resultados apontados por Gomes, Dutra e Dutra (2019), essa sequência possibilitou reduzir a participação de atividades que não agregavam valor e o controle das perdas inevitáveis (ou perda natural) e perdas evitáveis, o que afetou diretamente a geração de desperdícios e resíduos, ocasionando a redução dos custos, cumprimento do prazo e menor desperdício de recursos materiais e de mão de obra.

Por sua vez, Lucena e Pedroso (2022) buscaram averiguar o grau de aplicação dos princípios intrínsecos à Lean Construction, realizando entrevistas com engenheiros que atuam como gestores de canteiro de obra da construção civil. Verificaram que em 67% dos casos o princípio de simplificação foi o mais aplicado, seguido pelo princípio de aumentar a flexibilidade com 62%, e dos princípios de redução de variabilidade, lead time e aumento da transparência, que chegaram a 60% dos casos.

4. LEAN CONSTRUCTION NO CANTEIRO DE OBRA

A utilização dos princípios Lean no canteiro de obras deve combinar pesquisa operacional e desenvolvimento prático, que serão aplicados em projetos, seja de execução de um novo empreendimento ou reforma e manutenção de edificações já construídas, com a possibilidade de adaptar os princípios e ferramentas da construção enxuta (MATTOS, 2019).

Definir o layout de um canteiro de obras de forma eficiente é essencial para garantir a segurança dos trabalhadores e das atividades, a produtividade e o cumprimento dos prazos e orçamentos do projeto. Por isso é necessário que a implantação do canteiro também

seja pensada a partir dos princípios do lean, considerando cada etapa de execução para definir um arranjo eficaz do canteiro (SILVA, 2019).

O planejamento detalhado do layout do canteiro é o passo inicial, uma vez que é preciso analisar o projeto para definir sequência de cada atividade da execução, determinando do tipo de recursos necessários (materiais, equipamentos e mão de obra), a implementação de requisitos de segurança e a elaboração de um cronograma que considere todos os prazos, especialmente se o objetivo for trabalhar no sistema just in time (LIMA, 2023).

A definição de um layout do canteiro é um processo ímpar para cada empreendimento, mesmo que seja de construção seriada de casas e edifícios, tanto populares quanto de médio e alto padrão, pois devido à localização deve-se estruturar formas de minimizar deslocamentos desnecessários e otimizar o fluxo de trabalho (FLORES; SIMÕES, 2022).

A especificação das áreas de armazenamento de materiais, alocação de equipamentos, áreas de trabalho e zonas de segurança são definidas conforme a planta. Ademais, é necessário manter as vias de acesso sinalizadas e desobstruídas para garantir a movimentação segura de pessoas e equipamentos (SOUSA; MULLER, 2022).

Então, é importante reconhecer a importância do gerenciamento enxuto na construção, visto que engloba processos de trabalho que se concentram na redução de desperdícios no sentido mais amplo, incluindo desperdício material e de recursos dedicados às atividades que não agregam valor. O princípio da construção enxuta é retirar o máximo possível desse desperdício do processo de construção, através de uma variedade de maneiras mais inteligentes de planejar e trabalhar (SILVA; MELLO, 2021).

Mesmo trabalhando no sistema Just In Time (JIT), a gestão de materiais ainda é necessária, por menor que seja o tempo que ficaram estocados no canteiro. Então, deve-se estabelecer áreas para esse fim, considerando as características de cada material, especialmente aqueles que deve ficar protegidos de intemperes ou umidade, como no caso de cimento e argamassa, por exemplo. Além disso, os materiais devem ser armazenados o mais próximo possível das áreas em que serão empregados, para evitar desperdício de tempo e de outros recursos em sua movimentação (SILVA, 2022).

Adotar o sistema JIT no canteiro de obras exige ainda maior controle de estoque para evitar excessos ou falta de materiais, dois extremos que podem atrapalhar a programação das atividades e ocasionar ainda mais desperdícios. O sistema JIT e o controle de estoque estão intimamente relacionados, pois enquanto o primeiro visa minimizar ou eliminar completamente o estoque desnecessário, com mais frequência e em quantidades menores, o segundo se concentra em gerir o estoque disponível de maneira eficaz (LUCENA; PEDROSO, 2022).

Atender aos requisitos de segurança e saúde do trabalhador são obrigações de todas as empresas, de modo que nos canteiros de obras, devidos a execução simultânea de múltiplas atividades e com graus de riscos diferentes, essa preocupação deve ser primordial (RIBEIRO et al., 2021).

Assim, implementar medidas de segurança adequadas, conforme a legislação vigente no país, inclui desde treinamento em segurança e procedimentos dos trabalhadores, sinalização, instalação equipamentos de proteção coletivos e individual (EPs), até inspeções regulares para identificar e corrigir potenciais riscos (FERREIRA; FIUZA, 2020).

Com foco na sustentabilidade no cumprimento da legislação ambiental, é indispensável também a gestão de resíduos, incluindo a não geração pelo reaproveitamento de materiais em várias etapas de execução, como madeira de tapumes, organização seletiva dos materiais, seja para reaproveitamento, reciclagem ou descarte adequado. Nesse sen-

tido, a aplicação da ferramenta 5S nos canteiros pode assegurar a otimização do uso dos recursos e redução dos desperdícios, além de manter uma alta produtividade em todas as etapas da execução, mantendo o ambiente limpo, organizado e seguro (RIOS; MINARI JUNIOR; FLORIAN, 2022).

Como mencionado, a gestão visual é uma ferramenta essencial do Lean Construction que envolve o uso de indicadores visuais para acompanhar o progresso do trabalho, identificar áreas de desperdício e promover a comunicação eficaz no canteiro de obras. Assim, ferramentas como os cartões Kanban e sinalização visual podem ser utilizadas para marcar fluxos de trabalho e áreas de risco (CARVALHO, 2020).

O Lean Construction visa eliminar desperdícios em todas as formas, incluindo excesso de estoque, movimentos desnecessários, transporte, espera, processos desnecessários e defeitos. Identificar e reduzir desperdícios ajuda a melhorar a eficiência, reduzir os custos e aumentar a produtividade no canteiro de obras (SILVA, 2019).

Em se tratando da redução da produção de resíduos nos canteiros, a priori deve-se fazer a identificação dos tipos e da quantidade de resíduos que a execução pode gerar em cada atividade. Considerando que o Lean Construction categoriza o desperdício em oito tipos: superprodução, excesso de estoque, tempo de espera, transporte desnecessário, excesso de processamento, defeitos, habilidades subutilizadas e movimento desperdiçado, reconhecendo os tipos presentes e suas origens ou fontes, o gestor do canteiro pode definir ações que combatam as situações geradoras (LIMA, 2023).

Do mesmo modo, analisando as atividades e as sequências em que devem ser executadas, deve-se planejar a contratação da mão de obra especializada e dos equipamentos necessários seguindo a programação de trabalho das equipes, para que os recursos estejam disponíveis para garantir o nível de produtividade definido (SANTOS, 2023).

Araujo, Parnaíba e Araujo (2023) realizaram uma análise da aplicação das técnicas de Lean Construction em canteiros de obras de duas construtoras na cidade de Serra Talhada-PE, com aplicação de questionários e observação das atividades executadas nas obras, tendo como resultado que o nível de aplicabilidade não era similar, visto que uma empresa atendeu 72,05% dos princípios lean, embora não trabalhasse com foco na introdução da melhoria contínua no processo, atendendo em suas atividades apenas 12,5% nesse quesito. A outra empresa conseguia atingir a média de 42,41% dos princípios, tendo resultados inferiores a 50% nos princípios: Reduzir as atividades que não agregam valor, reduzir o tempo de ciclo de produção, simplificar através da redução do número de passos ou partes, focar o controle no processo global, introduzir melhoria contínua no processo, manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões e referências de ponta (benchmarking). Analisando esses resultados, pode-se inferir que a primeira empresa tende a alcançar melhores resultados em termos de cumprimento dos prazos, qualidade do produto entregue, que se reflete e maior satisfação do cliente, e menores custos de produção, já que faz uma gestão do desperdício.

Por sua vez, Pinto et al. (2021) observaram canteiros de obras de construtoras de médio e grande porte do estado do Rio de Janeiro com foco na aplicação das estratégias para aplicação do BIM e Lean Construction. Verificaram que há um conhecimento limitado sobre ambas as metodologias dos profissionais da construção, persistindo a concepção de que a implementação desses sistemas tem um custo alto que não podem ser transformados em benefícios a curto ou médio prazo, o que se apresenta como um dos principais obstáculos para a implementação do BIM e da filosofia Lean nessas empresas.

No mesmo sentido, Silva (2022) realizou um estudo quanto ao grau de adoção dos princípios do Lean Construction em dois canteiros de obras localizados no município de

Belém/PA, identificando, a partir de aplicação de entrevistas, observações diretas e questionários, que o baixo conhecimento sobre as práticas do Lean Construction e de seus princípios apontam para a demanda de mercado de especialização na área, para que novos padrões pautados no conhecimento atualizado promova a implementação dessas práticas pelas construtoras em seus canteiros.

5. CONCLUSÃO

As industriais vêm implementando diferentes conceitos lean em seus ambientes de produção há décadas. Muitas experiências desses projetos amadureceram e alguns recursos lean podem ser transferidos para o desenvolvimento de empreendimentos da construção civil, a fim de evitar desperdício em todas as etapas por meio de processos lean.

A aplicação da construção enxuta estende-se a uma ampla gama de projetos, desde imóveis residenciais a comerciais, até projetos de infraestrutura de grande escala. Os métodos Lean são adaptados aos desafios e objetivos específicos de cada projeto. A construção enxuta não é apenas adequada para novos projetos de construção, mas também pode proporcionar benefícios significativos para renovações e ampliações de estruturas existentes.

Diante do que foi explorado da literatura especializada e científica, fica evidente que, ao aplicar os princípios e as ferramentas do Lean Construction em um canteiro de obras, as equipes podem alcançar ganhos significativos em eficiência, qualidade e segurança, resultando em projetos concluídos conforme o cronograma de execução, dentro do orçamento e com maior satisfação do cliente.

Como explorado na literatura, entende-se que a principal barreira na indústria da construção para a aplicação dos princípios do Lean Construction e do BIM é a falta de conscientização de empreiteiros, projetistas (engenheiros e arquitetos) e gestores de projetos sobre os benefícios que podem ser alcançados.

Em especial, os gestores projeto e construção, assim como de canteiros de obras, devem compreender que a gestão baseada no Lean alcança resultados eficazes, que pode inicialmente aumentar os custos do projeto, mas ao longo da implantação reduzem os custos para a empresa, porque há melhor aproveitamento dos recursos empregados no empreendimento. Enfim, conclui-se que, a capacitação dos profissionais da indústria da construção em relação à gestão eficiente de recursos e proteção do meio ambiente é um fator vital para resultados adequados, assim como para correta aplicação dos princípios do Lean na construção.

Referências

AMORIM, Letícia Victória; TAVARES, Ingryd Capistrano Pinto; ANGELIM, Vanessa Lira; PINHEIRO, Davi Teixeira. Avaliação da aplicação dos princípios do Lean Construction: estudo de caso em Fortaleza-CE. *In: Simpósio Brasileiro De Gestão E Economia Da Construção*, 12., 2021. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/518>. Acesso em: 26 abr. 2024.

ARAUJO, Matheus Teles de; PARNAÍBA, Monaliza Araújo; ARAUJO, Athos Murilo Queiroz. Análise de técnicas de Lean Construction em canteiros de obras na cidade de Serra Talhada-PE. **Revista Multidisciplinar do Sertão**, v. 2, n. 2, p. S179-S182, 28 nov. 2023. Disponível em: <https://revistamultisert1.websiteseuro.com/index.php/revista/article/view/636/404>. Acesso em: 13 abr. 2024.

BOERIZ, Thiago Almeida; GONÇALES FILHO, Manoel. Gestão da qualidade na prevenção dos desperdícios em canteiro de obras da construção civil. **Brazilian Journal of Production Engineering**, [S. l.], v. 7, n. 3, p.

71–84, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/35827>. Acesso em: 26 abr. 2024.

CAMPOS, Tiago Vilela; AZEVEDO, Rogério Cabral de. A metodologia lean e a indústria da construção civil: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 437–455, 2021. DOI: 10.14488/1676-1901.v21i2.4173. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4173>. Acesso em: 26 abr. 2024.

CARVALHO, Bruno Soares de. **Um método de entrega de projeto para construção modular baseado nos princípios lean**. 2020. 188f. Tese (Doutorado- Construção Civi. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

COSTA, Jonas Leite; HAMZAGIC, Miroslava; CARDOZO, Urânia Tuan. Capacitação em Lean Construction: uma análise sistemática da literatura. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 42, p. 275-287, 2023. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/2126>. Acesso em: 26 abr. 2024.

FERREIRA, K A.; FIUZA, G. C. P. Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta. In: **XL Encontro Nacional De Engenharia De Produção**. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, out. 2020.

FLORES, Ademir Ribeiro; SIMÕES, Wagner Lourenzi. Aplicação da filosofia lean por empresa de pequeno porte em obras e reformas na construção civil. In: **X Simpósio de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, 2022.

GOMES, Johnnata Guilherme; DUTRA, Clézio Thadeu de Souza; DUTRA, Vinicius Araújo de Souza. Gerenciamento de obras da construção civil sob a ótica do Lean Construction: aplicação em uma obra de urbanização. **Projectus**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, p. 18 – 40, 2019. Disponível em: <https://revistas.unisum.edu.br/index.php/projectus/article/view/822/478>. Acesso em: 10 mar. 2024.

JARAMILLO, Cristian Alfonso Cevallos et al. Diretrizes para a gestão de empreendimentos de construção complexos do mercado varejista com base na Lean Production e em Agile Project Management. **Ambiente Construído**, v. 22, n. 2, p. 105–127, abr. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/z3wDCrLbhNkbwsZB-nB8LWfH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2024.

LIMA, Firmino Eugênio Campos. **Soluções práticas na implementação de Lean Construction em estaleiros de construção**: estudo de caso. 2023. 138f. Dissertação (Mestrado - Engenharia da Construção). Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança. 2023. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/29418/1/Firmino%20Lima.pdf>. Acesso em: 13b abr. 2024.

LUCENA, Arthur Felipe Echs; PEDROSO, Caroline Thayse de Melo. Aplicação dos princípios da Lean Construction na construção civil. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 137-147, Junho/2022. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/20120/209209216696>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

PINTO, Gustavo Oliveira et al. Estratégias para aplicação do BIM e Lean Construction nos canteiros de obras: um estudo de caso no estado do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.10, p. 101263-101288 oct. 2021.

RIBEIRO, André Alves et al. Lean Construction na indústria da construção civil brasileira: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**. Paranaquã, PR, v.6, n.2, p. 339-01, 339-24, 2021. Disponível em: <https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/mundietg/article/view/1217/1080>. Acesso em: 10 abr. 2024.

RIOS, Thaine Cristini de Freitas Branco; MINARI JUNIOR, Carlos Francisco; FLORIAN, Fabiana. A importância da metodologia Lean Construction no setor da construção civil. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. e3122424, 2022. DOI: 10.47820/recima21.v3i1.2424. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/2424>. Acesso em: 27 abr. 2024.

SANTOS, Luiz Gustavo de Castro. **Lean Construction para Resultados**. Belo Horizonte/MG:Falconi, 2023.

SILVA, Edson Neves da; MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito. Proposta de um sistema de gestão integrando os princípios da construção enxuta (Lean Construction) aos aspectos da gestão da qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, com o foco nas empresas de pequeno porte da construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.8, p. 79384-79414 ago. 2021.

SILVA, Edson. SINERGIA BIM - Lean Construction: Mudanças e Desafios para a Gestão de Empreendimentos. **Gestão e Gerenciamento**, [S.l.], v. 5, n. 5, fev. 2019. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/208>. Acesso em: 26 abr. 2024.

SILVA, Ricardo William da. Grau de adoção dos Princípios do Lean Construction em dois canteiros de obras localizados no município de Belém. **Exacta**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 356–387, 2022. Disponível em: <https://periodicos>.

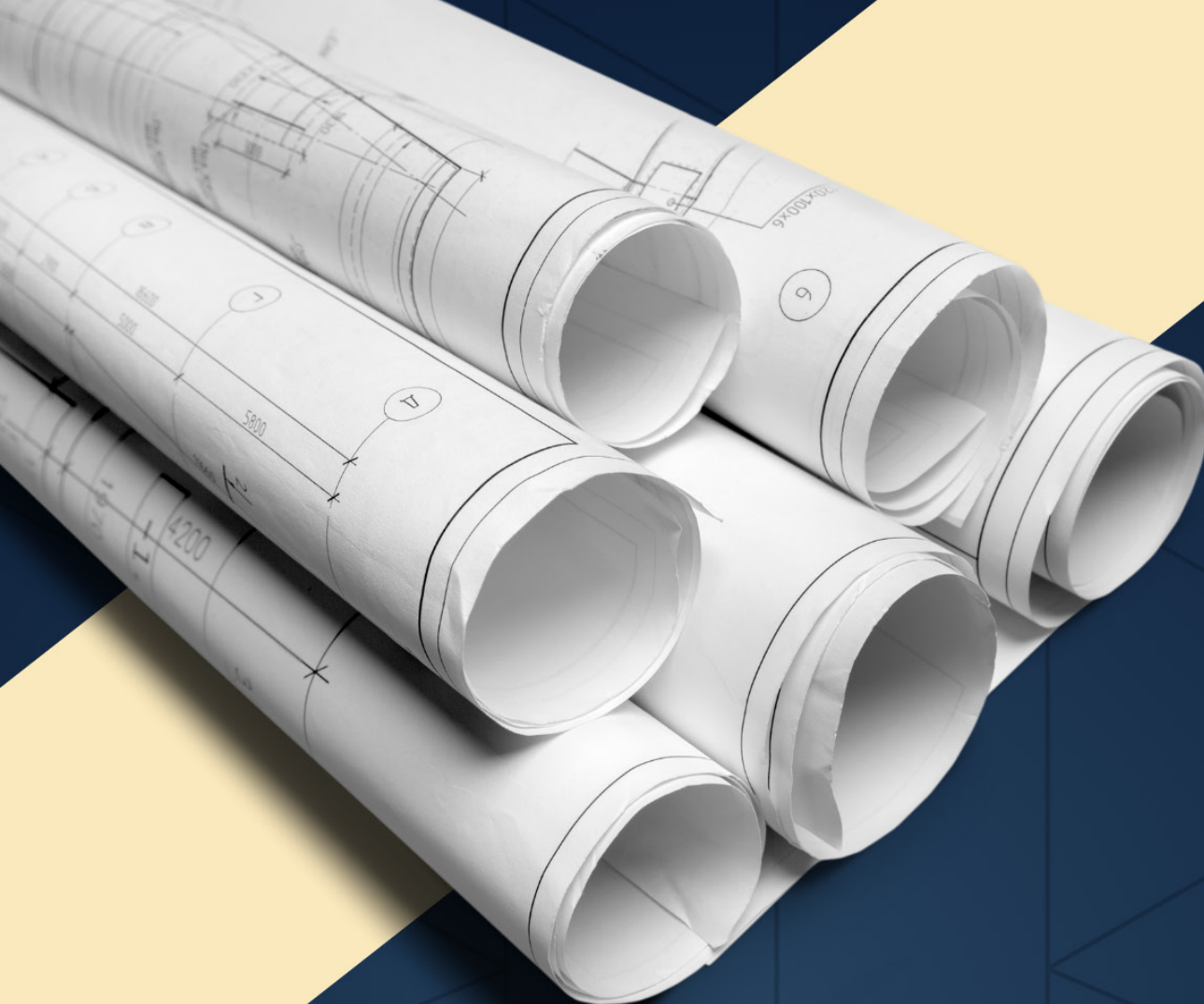


uninove.br/exacta/article/view/16834. Acesso em: 26 abr. 2024.

SOUSA, Paulo; MULLER, Bryan Michael. Desafios e barreiras do BIM e do Lean na construção civil brasileira. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 16, n. 3, p. 181-198, Jul./Set., 2022.

TEZEL, Algan et al. Construção enxuta e BIM em pequenas e médias empresas (PMEs) da construção: uma revisão sistemática da literatura. **Jornal Canadense de Engenharia Civil**. n. 47, v. 2, p. 186-201, 2020.

TOLEDO, Marcelo. Etapas iniciais do mapeamento de fluxo de valor e Exemplo de MFV. *In: Lean Six Sigma Brasil* [online]. 29 fev. 2020. Disponível em: <https://leansixsigmabrasil.com.br/mapeamento-do-fluxo-de-valor/>. Acesso em: 26 abr. 2024.



49

CONTAMINAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: NECESSIDADES DE TRATAMENTO E QUALIDADE PARA CONSUMO HUMANO

**CONTAMINATION OF GROUNDWATER: NEEDS FOR
TREATMENT AND QUALITY FOR HUMAN CONSUMPTION**

Gabriel de Souza Cordeiro

Resumo

A poluição das águas subterrâneas é um tema crucial para a conservação da água e a saúde pública. O aumento da demanda e a diminuição da qualidade da água devido à degradação são um desafio para os gestores de recursos hídricos. A poluição ou contaminação e degradação da qualidade das águas subterrâneas podem estar relacionadas com fenômenos naturais, fatores relacionados com atividades humanas ou causas onde ambos os tipos de fenômenos naturais ocorrem ao mesmo tempo. A avaliação de áreas com risco de contaminação é uma análise importante para planejamento e controle. Neste estudo, utilizou-se método baseado em revisão bibliográfica qualitativa descritiva para proposição de um modelo de avaliação de vulnerabilidade ao risco de contaminação de informações relacionadas ao tema em questão.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, Vulnerabilidade, Contaminação da água.

Abstract

Groundwater pollution is a crucial issue for water conservation and public health. Increased demand and decreased water quality due to degradation are a challenge for water resource managers. Pollution or contamination and degradation of groundwater quality may be related to natural phenomena, factors related to human activities or causes where both types of natural phenomena occur at the same time. The assessment of areas at risk of contamination is an important analysis for planning and control. In this study, a method based on a qualitative descriptive literature review was used to propose a model for assessing vulnerability to the risk of contamination of information related to the topic in question.

Keywords: Groundwater, Vulnerability, Water contamination.

1. INTRODUÇÃO

A água subterrânea é uma fonte importante e segura de água potável, especialmente em áreas onde a água superficial é escassa. Contudo, são recursos vulneráveis que podem ser contaminados pelas atividades humanas, dificultando a sua utilização e reduzindo a sua disponibilidade. Portanto, avaliar o risco de poluição das águas subterrâneas ajuda a implementar medidas para controlar a degradação da qualidade da água.

Encontrar água de boa qualidade está a tornar-se cada vez mais difícil devido à destruição ou mesmo à gestão inadequada dos recursos hídricos, uma vez que a procura pelos mesmos tem aumentado nos últimos anos. A explosão populacional e a degradação ambiental contínua ameaçaram os corpos hídricos tanto em termos de qualidade como de quantidade. A qualidade da água é tão importante quanto a quantidade, por isso usar e consumir água de qualidade insuficiente pode causar uma série de problemas indesejados, tanto de saúde como ambientais.

Há uma clara necessidade de realizar estudos sobre a qualidade da água utilizada nesta região porque pouco ou nada se sabe sobre os recursos hídricos subterrâneos utilizados tanto para consumo humano como para outros fins. Portanto, este estudo, cujo objetivo é coletar informações que possam contribuir para o uso consciente e razoável deste recurso, é muito importante, atualizado e relevante. O objetivo é compreender os métodos de abastecimento, avaliar a qualidade da água utilizada e recomendar melhorias para melhorar a saúde e o bem-estar da comunidade.

A contaminação das águas subterrâneas é um problema grave, maior até que a superexploração de aquíferos, que ainda não recebeu a devida atenção. Dessa forma, surge a seguinte questão norteadora: Como avaliar qualidade da água utilizada e sugerir melhorias com a finalidade de ganhos na saúde e bem-estar das comunidades??

Dentre os recursos naturais, a água desempenha um papel importante na vida, promoção e desenvolvimento da sociedade, de acordo com a lei 10.432 de dezembro de 2006. Tem um papel importante em uma série de atividades integradas nas cadeias alimentares e processos biológicos, bem como condicionante do clima e diferentes habitats.

A crescente demanda por recursos hídricos devido às atividades humanas causa preocupações ecológicas e ambientais. Em geral, a qualidade das águas subterrâneas pode ser afetada por uma série de processos, nomeadamente: processos naturais, como a velocidade da água no aquífero, qualidade da recarga, interações com solo e rochas, interação com outros tipos de ambientes aquífero.

Diante do exposto, o presente estudo visa como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea. Como objetivos específicos estão elencados os seguintes: Avaliar e descrever os principais fatores que colaboram para a contaminação da água; Identificar e caracterizar as possíveis fontes de contaminação das águas subterrâneas utilizada para consumo humano e outros usos; Conhecer os motivos da opção, por este ou aquele tipo, de suprimento de água; Propor alternativas para melhorar as condições da água subterrânea.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente estudo possui cunho bibliográfico qualitativo Segundo Minayo (1993) e



descritivo. Segundo Gil (2002), que buscou investigar os aspectos sociodemográficos, relacionados ao tema em questão. O desenvolvimento do estudo dá-se mediante realização de pesquisas bibliográficas em artigos, livros, monografias e bibliotecas.

De acordo com Minayo (1993) o método qualitativo de pesquisa é aqui entendido como aquele que se ocupa do nível subjetivo e relacional da realidade social e é tratado por meio da história, do universo, dos significados, dos motivos, das crenças, dos valores e das atitudes dos atores sociais. É definida como aquela que privilegia a análise de micro processos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais, realizando um exame intensivo dos dados, e caracterizada pela heterodoxia no momento da análise.

O método descritivo conforme Gil (2002) visa descrever as características de determinadas populações ou fenômenos, estabelecendo relações variáveis que se manifestam espontaneamente.

Quanto aos métodos legais adotados, este estudo seguirá o método bibliográfico, que possui um método dedutivo, e sua natureza descritiva e explicativa. Ao mesmo tempo, considera-se que o método dedutivo, serão aceitos, a partir de certas ideias, à luz dos conceitos aceitos por eruditos pesquisadores da base científica, se confirmará o real mérito da resolução do tema.

2.2 Resultados e Discussão

O Brasil possui um Sistema Nacional de Águas Subterrâneas, parte integrante da estrutura projetada para o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). De acordo com o argumento apresentado no site do centro de programas: embora as províncias tenham jurisdição sobre as águas subterrâneas, elas são geridas através do sistema nacional, uma vez que a gestão integrada deste recurso não pode ser distribuída, o que requer abordagens colaborativas entre organizações. relacionado. É importante lembrar também que as águas subterrâneas quase sempre ultrapassam os limites dos rios, das regiões e dos países (BRASIL, 2015).

E de acordo com o site do centro de programas, “ampliar as informações hidrogeológicas é o primeiro passo para apoiar a implementação de um sistema de gestão verdadeiramente integrado entre águas subterrâneas e superficiais” (BRASIL, 2015).

Nesse sentido, estudos e projetos têm sido realizados em aquíferos transfronteiriços e centrais, e promoveram a expansão do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), incluindo o tema Águas Subterrâneas combinado com Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas - SIAGAS (BRASIL, 2015) A Agência Geológica Brasileira (CPRM) possui dois sistemas de informação de águas subterrâneas: RIMAS e SIAGAS. Segundo dados disponíveis no site da organização RIMAS – Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas, foram cadastrados 352 poços, segundo dados atualizados em 10 de julho de 2015, 39 deles estavam na Bahia (RIMAS, 2015).

Para o SIAGAS, a base de dados de recursos é utilizada como repositório nacional comum pelos Secretários de Governo dos Estados, pela Agência Nacional de Águas - ANA e pelos Usuários de Recursos Hídricos Subterrâneos gestão, intercâmbio e divulgação de informações sobre águas subterrâneas (CPRM, 2015). Estão cadastrados na base de dados do SIAGAS 273.971 poços, sendo 23.186 na região da Bahia, conforme dados atualizados em 12 de fevereiro de 2016. No município de Muritiba (BA) foram cadastrados sete poços, incluindo o poço comunitário Gravatá de Baixo Bahia (CPRM, 2015).

Este número é significativo, mas ainda não inclui toda a rede de poços e não contém

todos os dados necessários para determinar a qualidade da água utilizada. A situação não é diferente e é ainda mais complicada quando se trata de aquíferos livres. Geralmente não são contratadas empresas especializadas para explorar esses tipos de poços, mas sim utilizar mão de obra disponível na área. Dessa forma, cria-se uma rede de fontes não autorizadas, que não ficam cadastradas no sistema de monitoramento. (OLIVEIRA, 2020)

Segundo Oliveira et al. (2020), a aprovação da Lei 9.433, em 8 de janeiro de 1997, permite a gestão dos recursos hídricos, prevendo usos múltiplos, garantindo “para as gerações presentes e futuras, a disponibilidade de quantidade e qualidade da água dentro do padrões previstos em lei”, a partir daí fica claro o problema do nível da água. Os padrões considerados de consumo de água destinada ao consumo humano são estabelecidos pelo Ministério da Saúde, responsável por regular a qualidade da água fornecida à população.

Para tanto, a Portaria MS nº. Entra em vigor a Portaria 2.914/2011, que regulamenta os procedimentos de controle e monitoramento da qualidade da água utilizada pela população e de sua capacidade de suporte (BRASIL, 2011).

No artigo 6º, consta que, para os fins desta Portaria, os direitos considerados pertencentes à União serão exercidos pelo Ministério da Saúde e seus organismos afiliados. Dentre essas atividades, a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) é responsável por: promover e monitorar a qualidade da água para consumo humano, em coordenação com as Secretarias de Saúde dos Estados e Distritos Federais, Estaduais e Municipais e seus responsáveis. controle de qualidade da água; realizar ações para monitorar a qualidade da água para consumo humano, de forma condizente com a atuação governamental, Regional e Municipal (BRASIL, 2011).

Em termos de responsabilidades do Estado, a Secretaria de Estado da Saúde é responsável por: promover e supervisionar o monitoramento da qualidade da água, em coordenação com as Autoridades Municipais e os responsáveis pelo controle da qualidade da água; realizar ações de monitoramento da qualidade da água para consumo humano, de forma condizente com o funcionamento do Município, de acordo com a regulamentação do Sistema Único de Saúde (SUS), entre outras atividades (BRASIL, 2011).

Dentre as atribuições da Prefeitura, cabe à Secretaria Municipal de Saúde: monitorar a qualidade da água na área de sua jurisdição, colaborando com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano; realizar as ações estabelecidas no VIGIAGUA, levando em consideração as características regionais e locais, de acordo com a legislação do SUS; Verificar o controle de qualidade da água produzida e distribuída bem como os procedimentos operacionais aplicados num sistema integrado de abastecimento de água ou outra solução, notificar o responsável para correção da determinação de anomalias identificadas; Informação fiável às pessoas sobre a qualidade da água para consumo humano e riscos para a saúde relacionados, de acordo com os métodos e ferramentas especificados no Decreto n.º 11/2014/ND-CP. 5.440, de 4 de maio de 2005; registro e autorização de abastecimento de água potável por meio de solução comum que não seja a fiscalização e aprovação de documentos conforme previsto no artigo 14 da Portaria MS nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011).

A Comissão Municipal de Saúde Pública reserva-se o direito de proibir o fornecimento de água para consumo humano por outra solução geral, caso haja rede de distribuição de água disponível, exceto em casos de emergência e situações limitadas (BRASIL, 2011).

Para que a água seja considerada potável e não prejudicial à saúde, ela deve atender aos níveis de utilização, incluindo limites físicos, químicos, microbiológicos, organolépticos, cianobactérias/toxicológicos. Foram estabelecidos cianeto e radioatividade, conforme exige a Portaria MS nº. 2.914/2011 Ministério da Saúde e de acordo com o disposto na Portaria



MS nº 2.914/2011, “toda água destinada ao consumo humano proveniente de outra solução de abastecimento de água, independentemente do número de pessoas que a ela tenham acesso, deverá ser monitorada quanto à qualidade da água” (BRASIL, 2011).

O uso de água saudável certificada é importante para garantir a qualidade de vida e proteger contra doenças, principalmente as evitáveis, relacionadas a fatores ambientais. Segundo o Ministério da Saúde, o controle e monitoramento da qualidade da água é uma importante ferramenta para garantir a proteção da saúde do consumidor. A gestão da qualidade da água é de responsabilidade dos responsáveis pela implementação do SAA e das Alternativas Coletivas (SAC), enquanto o monitoramento deve ser realizado pelos órgãos de saúde pública (BRASIL, 2016).

2.2.1 A Origem das Contaminações nas Águas Subterrâneas e as Características dos Focos de Poluição

A água natural sempre contém grandes ou pequenas quantidades de substâncias dissolvidas provenientes das interações com a atmosfera, com a matéria orgânica do solo, a cobertura vegetal e diversos materiais geológicos. Estes processos ambientais são importantes na determinação das propriedades da água: a qualidade final depende, portanto, do ambiente natural com o qual interage ao longo do ciclo hidrológico (BASTOS, 2016).

No entanto, existem situações em que a presença de determinadas substâncias (orgânicas, inorgânicas, biológicas e radioativas) provoca a deterioração da qualidade da água e torna a utilização da água em algumas zonas difícil ou impossível – a água fica contaminada ou poluída. A poluição também pode ter origem em objetos físicos, como objetos de origem térmica, naturais ou artificiais (BASTOS, 2016).

A poluição ou contaminação e degradação da qualidade das águas subterrâneas podem estar relacionadas com fenômenos naturais, fatores relacionados com atividades humanas ou causas onde ambos os tipos de fenômenos ocorrem ao mesmo tempo. A primeira fase inclui a elevada salinidade causada pelo aumento da evapotranspiração em regiões áridas, ou pela salinização em áreas desenvolvidas e deterioração da ligação entre água doce e salgada, devido à natureza de transformação da hidrologia e do clima. Esta categoria também inclui a poluição causada pela distribuição ou fluxo de água salgada ou rica em minerais que ocorre, por exemplo, em formações hidrogeológicas (BASTOS, 2016).

A poluição das águas subterrâneas, associada à atividade humana, pode ocorrer através da introdução direta de poluentes na água ou indiretamente, através da diluição, quando a contaminação ocorre em áreas de recarga natural do aquífero ou devido a alterações nas condições hidrodinâmicas. As atividades industriais, agrícolas e domésticas, bem como a produção e processamento de materiais radioativos são fontes importantes de produtos químicos, elementos biológicos e radioatividade que podem contaminar as águas subterrâneas (OLIVEIRA, 2020).

2.2.2 Águas subterrâneas: principais características e definições

A água subterrânea é a água subterrânea que preenche os espaços entre as partículas do solo, as rochas constituintes ou fissuras, falhas e fissuras nas rochas articuladas. As águas subterrâneas existem em todo o mundo, com a capacidade e disponibilidade de extração variando de lugar para lugar. Depende da precipitação e da distribuição do aquífero. Circula continuamente, fluindo lentamente pelos poros da rocha (STRUCKMEIER et

al, 2007).

De acordo com Struckmeier e outros (2007), as águas subterrâneas fazem parte do ciclo hidrológico, intimamente relacionadas com os processos eólicos e climáticos, bem como com os regimes de águas superficiais em rios, lagos, bem como riachos e zonas húmidas. quando se trata desta área. para cima. Essas fontes se complementam e podem ser muito diversas. Pode-se dizer que as águas subterrâneas são uma parte invisível do ciclo hidrológico. A distribuição das águas subterrâneas e superficiais é muito diferente no que se refere ao ciclo hidrológico (STRUCKMEIER *et al.*, 2007).

Conforme publicado em artigo intitulado na revista técnica da Sociedade de Engenheiros Sabesp - Saneas (2008), as águas subterrâneas são quase cem vezes mais abundantes que as águas superficiais em rios e lagos. Embora fiquem armazenados em buracos e fissuras nas rochas, ocorrem em grandes áreas, gerando grande quantidade de água subterrânea, formando importantes aquíferos. Segundo alguns especialistas, o volume de água subterrânea pode chegar a 60 milhões de km³, mas sua presença em grandes profundidades pode inviabilizar seu aproveitamento (REVISTA SANEAS, 2018).

A água natural sempre contém grandes ou pequenas quantidades de substâncias dissolvidas provenientes das interações com a atmosfera, com a matéria orgânica do solo, a cobertura vegetal e diversos materiais geológicos. Estes processos ambientais são importantes na determinação das propriedades da água: a qualidade final depende, portanto, do ambiente natural com o qual interage ao longo do ciclo hidrológico. No entanto, existem situações em que a presença de determinadas substâncias (orgânicas, inorgânicas, biológicas e radioativas) provoca a deterioração da qualidade da água e torna a utilização da água em algumas zonas difícil ou impossível – a água está poluída ou poluída. A contaminação também pode ter origem em materiais físicos, como materiais de origem térmica, naturais ou artificiais (OLIVEIRA, 2020).

A poluição das águas subterrâneas, associada à atividade humana, pode ocorrer através da introdução direta de poluentes na água ou indiretamente, através da diluição, quando a contaminação ocorre em áreas de recarga natural do aquífero ou devido a alterações nas condições hidrodinâmicas. As atividades industriais, agrícolas e domésticas, bem como a produção e processamento de materiais radioativos são fontes importantes de produtos químicos, elementos biológicos e radioatividade que podem contaminar as águas subterrâneas. Estes contaminantes podem ser temporários, como os provenientes de aterros, fossas sépticas e fugas de tanques de combustível, ou, inversamente, podem ser generalizados, como é o caso de muitos poluentes agrícolas provenientes de fertilizantes pesticidas e herbicidas (OLIVEIRA, 2020).

As taxas de alta podem variar dependendo do surto. Pode apresentar-se de forma permanente, em concentração constante, como em vazamentos contínuos e de longa duração em tanques contendo gasolina ou outros produtos poluentes; pode representar um episódio simples e ser considerado instantâneo, como no caso de um derramamento de poluente líquido; ou ainda, ao longo do tempo, pode provocar variações na quantidade e na qualidade dos resíduos produzidos, como ocorre com as variações sazonais na quantidade e na qualidade da toupeira produzida no lixão ou aterro sanitário. Existem muitas atividades potenciais que podem levar à contaminação das águas subterrâneas (STRUCKMEIER, 2001).

O resultado dessas diferentes atividades é uma lista de contaminantes que pode chegar a dezenas de milhares, com propriedades, comportamentos e riscos à saúde muito diferentes. Isto levanta a questão de como organizar e identificar uma lista tão grande de produtos. Num esforço para melhorar os programas de detenção e análise de poluição,

a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) está a rever uma lista de 129 poluentes importantes que ocorrem frequentemente na água e são prejudiciais à saúde ou continuam a alimentá-la (BASTOS, 2016).

2.2.3 Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico descreve os processos que controlam a distribuição e o movimento da água. Existem vários processos que controlam este movimento, nomeadamente: a precipitação da água contida nas nuvens como chuva, granizo e orvalho, ou como neve em regiões frias ou em grandes altitudes. Outro é o escoamento superficial, que começa a ocorrer quando a capacidade de armazenamento das plantas e do solo é ultrapassada e, a partir daí, a água chega na forma de chuva ou do derretimento de neves e geleiras, que é levada a altitudes mais elevadas pela influência da gravidade, formando pequenos riachos que tendem a se fundir e formar canais de água contínuos e fluir em direção a rios e lagos, com fluxo contínuo até encontrar o mar (IRITANI; EZAKI, 2009).

2.2.4 Aquíferos

Iritani e Esaki (2009) acreditam que aquífero é um reservatório subterrâneo de água, composto por rochas permeáveis, capaz de armazenar e transportar água em quantidades absorvíveis, que pode ser utilizada como fonte de água fornecida para diversos usos.

2.2.5 Formas de captação

A exploração de águas subterrâneas para uso humano é comum, especialmente em comunidades rurais onde não existe sistema público de abastecimento de água ou onde parte da capacidade é fornecida pela rede de distribuição (IRITANI; EZAKI, 2009).

Segundo esses autores, a forma mais comum de aproveitamento das águas subterrâneas é a escavação de poços, sejam eles rasos ou profundos. O método de construção de poço é um dos métodos mais antigos de obtenção de água para uso (IRITANI; EZAKI, 2009).

2.2.6 Proteção sanitária de aquíferos

Para proteger as águas subterrâneas de potenciais contaminantes, certas precauções devem ser tomadas. Para retirar a água é importante utilizar bomba de baixa potência ou bomba elétrica, pois existe a possibilidade de contaminação da água ao utilizar carretéis e baldes dentro do poço (IRITANI; EZAKI, 2009).

2.2.7 Qualidade das águas subterrâneas

A sensação geral é que as águas subterrâneas são frequentemente de melhor qualidade do que as águas superficiais. Isso porque é naturalmente filtrado e refinado através do processo de osmose, conferindo-lhe excelente qualidade e, portanto, não requer pré-tratamento. Outro aspecto que precisa ser enfatizado é que a água subterrânea não vive

na superfície e não é afetada pelas mudanças climáticas, além disso, pode ser explorada perto do local de utilização, tem temperatura constante, está disponível em grande quantidade reservas, exigindo custos baixos porque as fontes de água, reservas e área da bacia não estão localizadas na área acima; estão mais bem protegidos dos poluentes porque estão no subsolo, a utilização dos recursos aumenta as reservas e melhora a qualidade; apoiar a implementação dos projetos previstos quando necessário (REVISTA SANEAS, 2018).

Tal como explicado anteriormente, existem vários benefícios na utilização de água proveniente de zonas subterrâneas, no entanto, esta água subterrânea está sujeita a vários processos de poluição, seja nas cidades ou nas zonas rurais, pelo que há alguns pontos a considerar na aplicação deste processo. As ações humanas degradam continuamente este recurso natural, alterando as suas propriedades naturais, tornando-o impróprio para utilização, colocando potencialmente em perigo a saúde das pessoas que o consomem direta ou indiretamente, contribuindo para a má qualidade ambiental e para o aumento de doenças infecciosas e parasitárias especialmente aqueles usando água (BRASIL, 2001).

As águas subterrâneas ficam contaminadas quando os contaminantes penetram no solo e atingem a água ou são descarregados diretamente dos poços. Poços abandonados são uma grande preocupação porque podem não estar devidamente vedados, causando contaminação do aquífero (BASTOS, 2016).

A densidade está intimamente relacionada à condutividade hidráulica e ao coeficiente de retenção do solo. Os aquíferos têm diferentes taxas de recarga, alguns recuperam lentamente e outros regularmente. A qualidade é afetada pela formação rochosa, pelas condições climáticas e pela regeneração da água. Medidas para controlar a qualidade, proteger e conservar os recursos hídricos são importantes para atender aos objetivos e interesses de muitos usuários (REVISTA SANEAS, 2018).

2.2.8 Baixa qualidade da água e Riscos associados à ingestão

O acesso à água potável é um dos serviços de saneamento mais importantes da vida, uma vez que as doenças transmitidas pela água se tornaram um dos maiores problemas de saúde pública nos últimos 25 anos (OLIVEIRA, 2020).

Todos os anos, cerca de 1,6 milhão de pessoas no mundo morrem devido ao uso de normas regulamentadas estrangeiras, poluição relacionada à falta de banheiros básicos (YAMAGUCHI *et al.*, 2013).

A água de má qualidade pode afetar a saúde humana de muitas maneiras, através da absorção direta, processamento de alimentos, higiene pessoal, agricultura, saneamento ambiental, processos industriais ou outras atividades. A qualidade, a quantidade e a regularidade do abastecimento de água são fatores importantes que podem facilitar a ocorrência de doenças no homem (BRASIL, 2006).

2.3 Aspectos legais e institucionais

De acordo com o Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, conhecido como Código de Águas, a água é classificada em água comum, água privada e água pública. A ferramenta explica ainda que a água subterrânea é considerada propriedade imobiliária, vinculada à propriedade da terra, os proprietários podem utilizá-la para poços, galerias etc., desde que tal utilização não prejudique o escoamento natural da água pública aos domingos,



áreas públicas para uso geral ou privado, caso contrário a autoridade competente poderá suspender as atividades e usos acima mencionados; e não podem ser detectados ou redirecionados (BRASIL, 1934).

Para cavar um poço próximo a um terreno vizinho, o proprietário deve manter a distância necessária ou tomar precauções para evitar ferimentos (BRASIL, 1934). Segundo Molinas (1997), a interpretação do Código de Águas permaneceu aplicável até a promulgação da Constituição Federal em 1988. A nova Constituição estabeleceu um novo regime de águas subterrâneas e conferiu-lhe caráter de interesse público, administrado pelos Estados e Regiões como podemos ver nos capítulos 20 e 26:

Art. 20 – São bens da União: – III- os lagos, rios e quaisquer cursos de água do mundo controlados pela União ou cujas fronteiras se estendam além de uma área, servindo de fronteira com outros países ou se estendendo para território estrangeiro ou para o território de a União. desde e ao longo das margens e praias dos rios; – IX – recursos minerais, inclusive recursos subterrâneos;

Art. 26. Foi aprovada a Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabeleceu o Plano Nacional de Gestão de Recursos Hídricos.

O instrumento também estabelece ferramentas para a gestão das águas subterrâneas, enfatizando que estas devem obedecer aos procedimentos de licenciamento para a exploração deste recurso (BRASIL, 1997).

Posteriormente, a Lei Federal nº. Em 17 de julho de 2000, foi editada a Portaria 9.984, que instituiu a ANA – Agência Nacional de Águas e deu-lhe a finalidade de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, em colaboração com outros órgãos e organizações governamentais e empresas do setor privado. do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos; habilita o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, nos termos do disposto no Decreto-Lei nº 9.433/1997, a promover a coordenação do planejamento em diferentes níveis nos setores de uso da água (BRASIL, 2001).

Portanto, a ANA é responsável pela implementação e implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, cabendo à SRH/MMA a deliberação e implementação do PNRH. Então, em 11 de janeiro de 2001, o CNRH emitiu o Despacho nº 15/2001 estipulando que a divisão dos corpos hídricos em categorias ocorrerá de acordo com as características hidrogeológicas das águas subterrâneas e usos importantes (BRASIL, 2001).

A decisão estabelece ainda que “na atribuição de direitos de utilização de águas subterrâneas devem ser tomadas medidas que garantam a gestão integrada das águas, de forma a evitar a deterioração da qualidade e da quantidade das áreas subterrâneas a elas ligadas” e aponta que é necessário estabelecer essas medidas. na lei específica sobre cobrança de taxas pela utilização de recursos hídricos subterrâneos devem ser atendidos (BRASIL, 2001).

Ressalta-se ainda que o artigo anterior da mesma resolução apontava que poços abandonados, temporária ou permanentemente, e escavações realizadas para outros fins devem ser razoavelmente prevenidos pelos responsáveis para evitar a poluição das águas subterrâneas (BRASIL, 2001).

Instituído pela Resolução CONAMA nº. 396/2008 (artigo 13.º), as autoridades competentes devem monitorizar os parâmetros necessários para monitorizar a qualidade das águas subterrâneas, dependendo da finalidade do uso intensivo, de fatores hidrogeológicos e hidrogeoquímicos, da literatura, das fontes de poluição e de outros fatores técnicos.

critérios determinados pela autoridade competente, bem como medições de pH, turbidez, condutividade e qualidade da água (BRASIL, 2008).

No que diz respeito à concepção e construção de poços de água subterrâneos, existem duas normas técnicas acima mencionadas que estabelecem requisitos obrigatórios e definem procedimentos técnicos para o acesso seguro a poços subterrâneos para fins de exploração de água. A NBR 12.244/2006 estabelece as condições necessárias para a construção de poço subterrâneo para abastecimento público. Para utilização desta norma é importante consultar a NBR 12.212/2006, que trata dos procedimentos de projeto de poços de águas subterrâneas (BRASIL, 2006).

2.3.1 Impactos causados por obras civis em aquíferos costeiros

A construção de estruturas subterrâneas, barragens, túneis e galerias, ou seja, muitas obras públicas requerem escavações abaixo do lençol freático. Quando as obras de escavação e construção atingem o lençol freático, provocando o aparecimento de águas subterrâneas, é necessário reduzir a quantidade de água subterrânea para que a área permaneça seca para a operação. Esta ação proporcionou melhores condições de serviço durante a construção, evitando assim a instabilidade do solo devido ao completo molhamento e posterior colapso das encostas (OLIVEIRA, 2020).

Marangon (2009) enfatizou que a subsidência faz com que a qualidade da água diminua. Desta forma, permite o aproveitamento da fundação da estrutura, melhora as condições de estabilidade do talude, evita escorregamentos e reduz a dimensão da área necessária à estrutura, garantindo que o solo sob escavação mantém as propriedades de densidade e consolidação, porque a presença de água afeta os valores destes parâmetros, reduzindo a pressão do solo nas paredes costeiras, para que não desmorone no estaleiro, afetando a segurança dos trabalhadores.

O impacto da redução do volume de água na subsidência, recalque e formação de fissuras tem sido amplamente estudado, mas um ponto que não foi notado no Brasil é o desperdício de água subterrânea causado por este projeto e também de milhares de litros. A água das áreas subterrâneas é extraída principalmente da água da chuva, que não é aproveitada. Portanto, ao longo do tempo, os aspectos legais desta captação de água serão discutidos para que os responsáveis sejam legalmente identificados e obrigados a encontrar um local mais aceitável e rentável para esta água através de políticas de gestão, evitando assim o desperdício de água (MARANGON, 2009).

Um estudo de Oliveira (2020) mostrou que existem duas áreas onde ocorre o fluxo de água, relacionadas à umidade. Essas duas regiões são caracterizadas como zona de aeração ou zona vadosa, que cobre a parte superior da terra, com os espaços entre as partículas preenchidos com água e ar, e a zona saturada acima da zona vadosa, que é caracterizada pelos espaços entre as partículas são preenchidas apenas com água. Para controlar a perfuração de água durante a perfuração, a inspeção da área inundada é importante devido ao aumento do fluxo de água subterrânea que ocorre nesta área.

Segundo Bastos (2016), deve-se considerar que algo está errado com o lençol freático, e devido às variações entre as fissuras do solo, os solos argilosos criam características irregulares, levando a limitações da rede hídrica está em níveis diferentes, por isso, em questões de engenharia, estas barreiras têm o potencial de causar altas pressões na entrada dos edifícios.

Segundo Marangon (2009), o solo não fica saturado ao longo de toda a extensão da

ascensão capilar, e a ocorrência de ascensão capilar ocorre em grandes quantidades em solos argilosos, sendo essa ascensão calculada utilizando a teoria da ascensão capilar que considera o solo como um conjunto de tubos capilares.

As características do fluxo de massa do solo dependem do coeficiente de permeabilidade do solo. Marangon (2009) relaciona o coeficiente de permeabilidade ao tipo de características do fluxo do solo. Vale a pena notar que os solos finos têm coeficientes de permeabilidade à água mais baixos do que os solos grossos, embora muitas vezes tenham maior porosidade.

3. CONCLUSÃO

As ações humanas degradam continuamente este recurso natural, alterando as suas propriedades naturais, tornando-o impróprio para utilização, colocando potencialmente em perigo a saúde das pessoas que o consomem direta ou indiretamente, contribuindo para a má qualidade ambiental e para o aumento de doenças infecciosas e parasitárias especialmente aqueles usando água.

As águas subterrâneas ficam contaminadas quando os contaminantes penetram no solo e atingem a água ou são descarregados diretamente dos poços. Poços abandonados são uma grande preocupação porque podem não estar devidamente vedados, causando contaminação do aquífero

A qualidade da água é tão importante quanto a quantidade, por isso usar e consumir água de qualidade insuficiente pode causar uma série de problemas indesejados, tanto de saúde como ambientais. Devido a fatores como: falta de água de qualidade proveniente de fontes superficiais, fornecimento de saneamento ineficaz ou inexistente, possivelmente devido a períodos de tempo e/ou escassez, e falta de compreensão entre as pessoas sobre os perigos do consumo de álcool.

Referências

BASTOS, M. L. **Caracterização da Qualidade da Água Subterrânea – Estudo de Caso no Município de Cruz das Almas – Bahia**. Cruz das Almas, Bahia, 2013. Monografia (Graduação) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Exatas e Tecnológica. 2016.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Lex: br:federal:lei:2007-01-05;11445.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe 59 sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe 59 sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas S. A, 2002.

IRITANI, Mara Akie; EZAKI, Sibebe. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo– São Paulo**: Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2009. 104p.: il.

MARANGON, M. **Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra**. Pg 90. 2009.

MINAYO, M. C. de S. (Org.) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

MOLINAS, P. A.; VIEIRA, V. P. P. B. **Marco Legal e Institucional das Águas Subterrâneas no Brasil - Breve Contribuição ao Aprimoramento do Sistema Jurídico Institucional**. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997, Vitória. Bases Técnicas para a Implementação dos Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos, 1997.

OLIVEIRA, Clélia Nobre de; CAMPOS, Vânia P.; MEDEIROS, Yvonilde Dantas Pinto. **Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano**. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. Quím. Nova, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 1059 -1066, 2020.

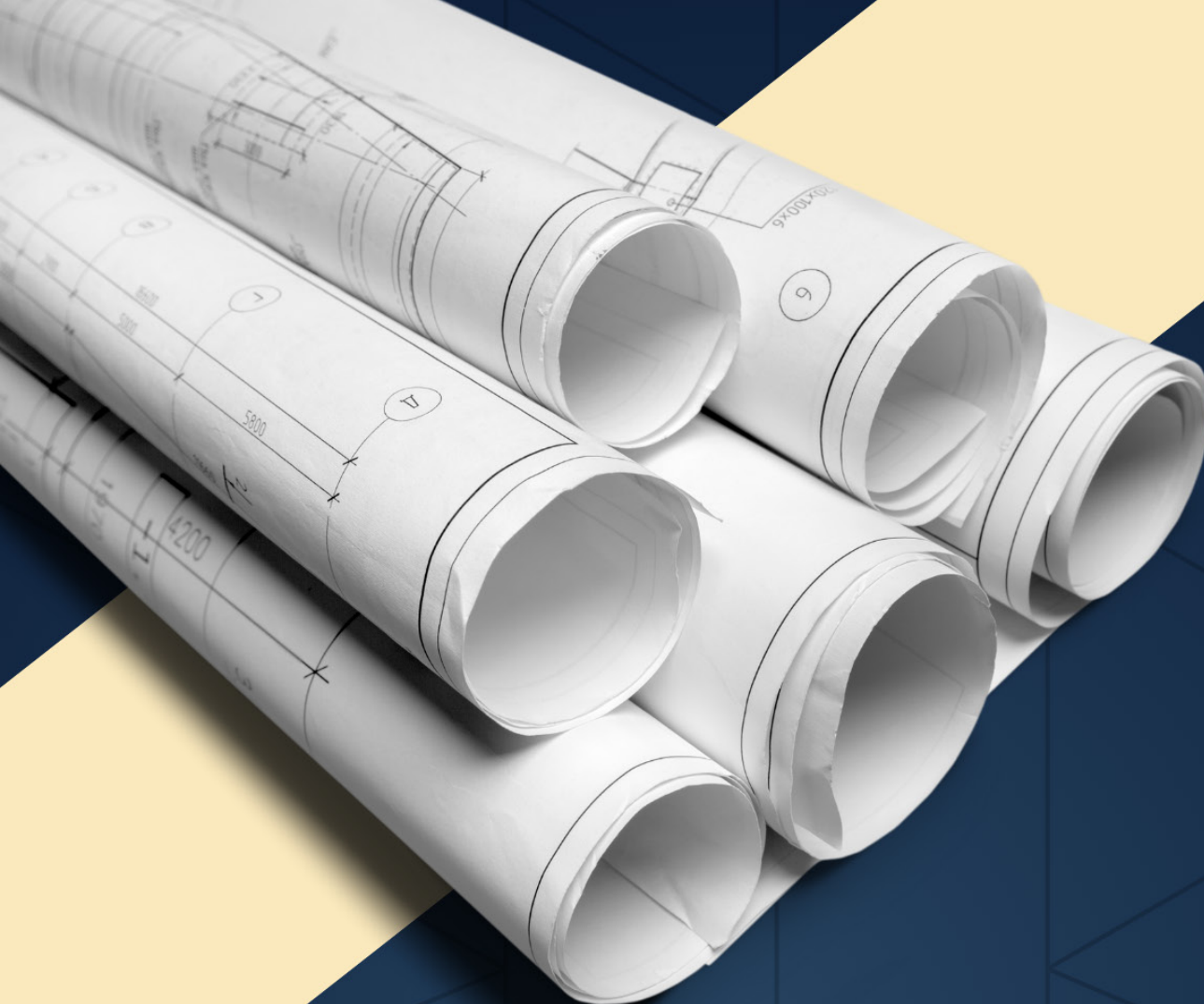
REVISTA SANEAS. **O papel essencial das águas subterrâneas**. São Paulo, Ano IX - Edição 29 - Abril/Maio/ Junho 2018.

RIMAS. **Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**.2015.

STRUCKMEIER, W; RUBIN, Y; Jones, J.A.A. **Água subterrânea- reservatório para um planeta com sede**. Ciências da terra para a sociedade. Planeta Terra Planetearth.2017.

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; OYAMA, J. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR**. Revista: O mundo da saúde, São Paulo. 2013; 37(3). 312-320.





50

A IMPORTÂNCIA DA QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**THE IMPORTANCE OF LABOR QUALIFICATION IN CIVIL
CONSTRUCTION**

Harley José Ferreira Santos Júnior

Resumo

A indústria da construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico, sendo responsável pela criação e manutenção de infraestruturas essenciais para a sociedade. Nesse contexto, a qualidade e a segurança das estruturas construídas dependem significativamente da competência e habilidade da mão de obra envolvida. Este estudo destaca a importância da capacitação dos trabalhadores na construção civil, evidenciando os benefícios tangíveis e intangíveis dessa prática. O objetivo geral buscou compreender a importância da capacitação da mão de obra dentro do setor da construção civil. A metodologia aplicada nesta pesquisa foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Google Acadêmico. Assim conclui-se que a necessidade da capacitação de mão de obra na construção civil não apenas atende às demandas de um setor em constante evolução, mas também é essencial para o progresso sustentável e a excelência do setor como um todo.

Palavras-chave: Construção Civil. Mão de Obra. Qualificação. Setor Civil. Indústria.

Abstract

The construction industry plays a crucial role in socioeconomic development, being responsible for creating and maintaining essential infrastructure for society. In this context, the quality and safety of built structures depend significantly on the competence and skill of the workforce involved. This study highlights the importance of training workers in construction, highlighting the tangible and intangible benefits of this practice. The general objective sought to understand the importance of training the workforce within the construction sector. The methodology applied in this research was a Qualitative and Descriptive Literature Review, in which books, dissertations and scientific articles and reliable websites such as Scientific Electronic Library Online (SCIELO) and Google Scholar were consulted. Thus, it can be concluded that the need for workforce training in civil construction not only meets the demands of a sector in constant evolution, but is also essential for the sustainable progress and excellence of the sector as a whole.

Keywords: Construction. Labor. Qualification. Civil Sector. Industry.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos desafios mais enfrentados pelo vasto setor da construção civil é a escassez de mão de obra qualificada. No dinâmico universo que caracteriza a Construção Civil, uma infinidade de serviços e tarefas demandam execução, todas elas exigindo conhecimento técnico e teórico especializado. Impulsionada pelo fervoroso crescimento desse mercado, a oferta de trabalho tem sido constante e progressiva. No entanto, as tentativas de encontrar profissionais de qualidade têm sido frequentemente infrutíferas.

Essa carência de mão de obra qualificada não apenas desafia o progresso e a eficiência dos projetos de construção, mas também coloca em xeque a segurança e a qualidade das estruturas finalizadas. A necessidade de profissionais altamente treinados e especializados é evidente em todas as etapas do processo de construção, desde o planejamento e a concepção até a execução e a conclusão.

No Brasil, a indústria da construção civil tem sido historicamente um dos setores com maior incidência de acidentes de trabalho. Em 2021, de acordo com dados da Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), foram registrados mais de 30 mil acidentes na construção civil, resultando em 250 mortes. Mundialmente, a situação é igualmente preocupante. A Organização Internacional do Trabalho (OIT) estima que a construção civil seja responsável por cerca de 7% de todas as mortes relacionadas ao trabalho, totalizando aproximadamente 60 mil mortes por ano. A OIT aponta que os trabalhadores da construção têm um risco três vezes maior de sofrer acidentes fatais em comparação com outras indústrias. Esses dados reforçam a necessidade urgente de medidas de prevenção eficazes e a integração da segurança ao sistema de gestão das empresas, tanto no Brasil quanto globalmente (VERDÉLIO, 2021).

Vários fatores contribuem para essa lacuna de habilidades no setor. Um deles é a falta de investimento adequado em programas de formação e capacitação. Outro fator é a evolução tecnológica rápida, que requer constantes atualizações de habilidades por parte dos trabalhadores. A falta de reconhecimento e valorização das profissões ligadas à construção civil também desencoraja muitos jovens talentos de ingressarem nesse campo.

Para lidar com essa escassez, é crucial que haja uma colaboração mais estreita entre governos, instituições educacionais e empresas do setor. Programas de formação profissional devem ser expandidos e aprimorados, visando fornecer aos trabalhadores as habilidades necessárias para atender às demandas do mercado. Foram criadas iniciativas para valorizar e promover as carreiras na construção civil são essenciais para atrair e reter talentos.

A presente busca abordar sobre a necessidade da capacitação de mão de obra na construção civil, onde busca-se compreender através de investimentos significativos em educação, treinamento e reconhecimento profissional podemos garantir um futuro próspero e sustentável para o setor da construção civil. Surge assim uma problemática a ser analisada: Como a capacitação da mão de obra pode contribuir para melhorar o trabalho da construção civil no mercado?

O objetivo geral buscou compreender a importância da capacitação da mão de obra dentro do setor da construção civil. Já os objetivos específicos discutir o conceito da construção civil, apontar qual o melhor método de introduzir treinamentos específicos sobre práticas de construção sustentável e ecoeficiência e entender as medidas de prevenção de acidentes na construção civil.

A metodologia aplicada nesta pesquisa foi uma Revisão de Literatura Qualitativa e Descritiva, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis como *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) e Google Acadêmico. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados entre os anos de 2012 a 2023 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Construção Civil, Mão de Obra, Qualificação, Setor Civil e Indústria.

2. MÉTODO DE INTRODUIR TREINAMENTOS ESPECÍFICOS SOBRE PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A preocupação com a segurança e a prevenção de acidentes na Construção Civil é uma questão que envolve não apenas os trabalhadores diretos, mas toda a comunidade de arquitetos, engenheiros e demais profissionais envolvidos no setor. A incidência de acidentes de trabalho neste campo é alarmante e levanta sérias preocupações sobre a segurança e o bem-estar de todos os envolvidos (CARAVETTI, 2020).

O que torna essa preocupação ainda mais urgente é o fato de que qualquer pessoa pode ser vítima de um acidente, seja diretamente, enquanto trabalha no canteiro de obras, ou indiretamente, como resultado de falhas nos protocolos de segurança. Portanto, a informação e a conscientização sobre os riscos associados à Construção Civil não devem ser encaradas como problemas individuais, mas sim como desafios coletivos que exigem ação e colaboração de todos os envolvidos (VERDÉLIO, 2021).

Arquitetos e engenheiros desempenham um papel fundamental na promoção de práticas seguras e na implementação de medidas preventivas nos projetos de construção. Desde a fase de concepção até a execução, é crucial considerar e mitigar os potenciais riscos que podem levar a acidentes graves (SOUSA *et al.*, 2016).

Logo investir em programas de treinamento e capacitação para os trabalhadores da construção civil, garantindo que eles estejam devidamente preparados para lidar com os desafios e perigos do ambiente de trabalho. Isso inclui não apenas o uso adequado de equipamentos de proteção individual, mas também a conscientização sobre práticas seguras e procedimentos de emergência (BATISTA; NETTO; MEDEIROS, 2020).

A segurança na Construção Civil não é apenas uma questão técnica, mas também uma questão ética e social. Todos os envolvidos no setor têm a responsabilidade compartilhada de garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável para todos. Somente através de um esforço conjunto e comprometido podemos reduzir significativamente a incidência de acidentes e proteger a vida e o bem-estar daqueles que trabalham na indústria da construção (NEVES, 2014).

Um acidente de trabalho é muito mais do que um simples contratempo ou imprevisto no ambiente laboral. Ele representa uma ocorrência não planejada e indesejada, capaz de interromper abruptamente o curso normal de uma atividade e, infelizmente, afetar drasticamente a vida dos trabalhadores envolvidos. As consequências desses acidentes podem ser devastadoras, resultando em dor, perdas e até mesmo em tragédias irreparáveis, como a perda de vidas humanas (OLIVEIRA, 2013).

Existem diversos tipos de acidentes que podem ocorrer no ambiente de trabalho, cada um com suas próprias ramificações e impactos. A lesão física ou corporal é uma das formas mais comuns de acidente, podendo resultar em ferimentos que vão desde pequenos cortes e contusões até lesões mais graves, como fraturas e queimaduras (PIRES, 2014).



As doenças ocupacionais representam uma ameaça séria à saúde dos trabalhadores, podendo se manifestar como doenças do trabalho, relacionadas diretamente às atividades desempenhadas no ambiente laboral, ou como doenças profissionais, causadas pelos agentes presentes no ambiente de trabalho. Essas doenças podem se desenvolver ao longo do tempo devido à exposição prolongada a condições insalubres, substâncias tóxicas ou ergonômicas inadequadas (OLIVEIRA; CASTRO, 2022).

Por fim, as perturbações funcionais também são um aspecto significativo dos acidentes de trabalho, afetando o bem-estar psicológico e emocional dos trabalhadores. Estresse, ansiedade, depressão e outros problemas de saúde mental podem ser desencadeados ou exacerbados pelo ambiente de trabalho, resultando em uma série de consequências adversas para os indivíduos afetados (PORTO, 2022).

Servioli e Canassa (2022) citam que os acidentes de trabalho não devem ser subestimados ou negligenciados. Eles representam uma ameaça real à saúde e à segurança dos trabalhadores e exigem medidas eficazes de prevenção e proteção. A implementação de práticas seguras, o fornecimento de treinamento adequado e a conscientização sobre os riscos são essenciais para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável para todos.

Os acidentes no ambiente de trabalho podem ser atribuídos a duas principais fontes: os atos inseguros e as condições inadequadas. Cada uma dessas causas desempenha um papel significativo na segurança dos trabalhadores e na prevenção de incidentes graves (SOUZA; VOLTA; MAGALHÃES, 2024).

Os atos ou ações inseguras são comportamentos imprudentes ou negligentes por parte dos próprios trabalhadores. Isso pode ocorrer quando um funcionário não tem consciência dos perigos envolvidos em determinada tarefa ou quando decide assumir riscos desnecessários, mesmo ciente dos potenciais consequências. Esses atos podem incluir a falta de uso de equipamentos de proteção adequados, a prática de manobras perigosas ou a realização de tarefas sem treinamento adequado. Em alguns casos, a pressão por cumprimento de prazos ou metas pode levar os trabalhadores a adotarem comportamentos arriscados em busca de maior eficiência, aumentando ainda mais o potencial de acidentes (DANTAS, 2011).

Por outro lado, as condições inadequadas se referem às características do ambiente de trabalho que podem contribuir para a ocorrência de acidentes. Isso inclui problemas como falta de iluminação adequada, instalações elétricas defeituosas, má conservação de equipamentos, pisos escorregadios, entre outros. Essas condições criam um ambiente propício para incidentes, aumentando o risco de lesões e danos à saúde dos trabalhadores (MACHADO, 2014).

Os empregadores e gestores estejam atentos não apenas aos comportamentos dos trabalhadores, mas também às condições do ambiente de trabalho. A implementação de medidas de segurança, o fornecimento de treinamento adequado e a manutenção regular das instalações e equipamentos são essenciais para reduzir os riscos de acidentes e garantir um ambiente de trabalho seguro para todos. A conscientização dos trabalhadores sobre os perigos envolvidos em suas atividades e a promoção de uma cultura de segurança também desempenham um papel fundamental na prevenção de incidentes e na proteção da saúde e do bem-estar dos colaboradores (CARAVETTI, 2020).

Os atos inseguros e as condições inadequadas representam sérias ameaças à segurança no ambiente de trabalho, aumentando significativamente o risco de acidentes e lesões para os trabalhadores. Identificar e corrigir esses problemas é fundamental para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável para todos os envolvidos (BATISTA; NETTO; MEDEIROS, 2020).

Neves (2013) cita que os exemplos de atos inseguros mais conhecidos são a negligência com as normas de segurança estabelecidas, como ignorar procedimentos de segurança ou não seguir as instruções específicas para determinada tarefa. A falta do uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual) é outra prática arriscada, pois coloca os trabalhadores em perigo desnecessário ao expô-los a riscos como quedas, impactos, substâncias químicas, entre outros. Não observar a sinalização de segurança e realizar atividades de risco sem uma análise prévia dos possíveis perigos envolvidos são comportamentos que aumentam consideravelmente o risco de acidentes no local de trabalho.

Por outro lado, as situações de condições inadequadas também representam um perigo latente para a segurança dos trabalhadores. A falta de limpeza e organização no canteiro de obras pode criar obstáculos e potenciais armadilhas que aumentam o risco de quedas e outros acidentes. A presença de partes móveis em equipamentos, como correias, engrenagens e rotores desprotegidos, representam um sério perigo de amputação ou esmagamento para os trabalhadores (Oliveira, 2013). Trabalhar em altura sem o equipamento adequado de proteção contra quedas é extremamente perigoso e pode resultar em lesões graves ou fatais em caso de queda. A falta de inspeção de rotina em equipamentos pode levar a falhas mecânicas e acidentes, enquanto vazamentos e transbordos em tanques representam um risco de exposição a substâncias perigosas e até mesmo explosões (VERDÉLIO, 2021).

Logo os empregadores, gestores e trabalhadores estejam atentos a esses problemas e trabalhem juntos para identificar, corrigir e prevenir atos inseguros e condições inadequadas no ambiente de trabalho. Investir em treinamento, implementar medidas de segurança adequadas e promover uma cultura de segurança são passos essenciais para garantir a proteção e o bem-estar de todos os envolvidos em atividades laborais (PORTO, 2022).

2.1 Medidas de prevenção de acidentes na construção civil

As medidas de prevenção de riscos de acidentes desempenham um papel crucial no gerenciamento da segurança dentro da indústria da construção civil. Reconhecendo que a segurança do trabalho não deve ser uma preocupação isolada, mas sim integrada à rotina e à cultura da empresa, é essencial que ela seja parte integrante do sistema de gestão da organização (AMARO; NAZARRI; SOFFIATTI, 2018).

Quando a segurança do trabalho está intrinsecamente ligada ao dia-a-dia da empresa, ela se torna uma prioridade em todos os níveis, desde os gestores até os trabalhadores no canteiro de obras. Isso significa que todas as partes envolvidas devem estar comprometidas com a identificação, avaliação e controle dos riscos de segurança, garantindo que medidas preventivas sejam implementadas e seguidas de forma rigorosa (BARSANO; BARBOSA, 2018).

Ao integrar a segurança do trabalho ao sistema de gestão da organização, todas as atividades e processos internos são realizados em harmonia. Isso significa que a segurança não é apenas uma consideração adicional, mas sim uma parte essencial e inseparável de todas as operações. Desde o planejamento e a execução de projetos até a manutenção e inspeção de equipamentos, a segurança do trabalho permeia todas as áreas e etapas do processo produtivo (COSTELA; JUNGES; PILZ, 2014).

Ao adotar uma abordagem proativa em relação à segurança, as empresas podem evitar custos associados a acidentes de trabalho, como despesas médicas, compensações e perda de produtividade. Investir em prevenção de riscos não apenas protege a saúde e a



segurança dos trabalhadores, mas também contribui para a eficiência e o sucesso global da organização (MORAES, 2013).

Ao incorporar a segurança do trabalho ao sistema de gestão da empresa, é possível garantir que todas as atividades sejam realizadas de forma segura e responsável. Essa abordagem não apenas protege os trabalhadores, mas também promove um ambiente de trabalho mais produtivo, eficiente e sustentável para todos (VALENTE; SOUZA, 2018).

As medidas de prevenção desempenham um papel fundamental na promoção da segurança e saúde dos trabalhadores na indústria da construção civil. O objetivo primordial dessas medidas é eliminar ou minimizar os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, garantindo um ambiente de trabalho seguro e saudável para todos os envolvidos (ZANETTI, 2018). Uma das ferramentas essenciais para alcançar esse objetivo é a elaboração do Mapa de Riscos pela CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes). Esse mapa identifica e classifica os riscos presentes no ambiente de trabalho, permitindo que sejam implementadas medidas preventivas específicas para cada situação (VALENTE; SOUZA, 2018).

O PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção) e o PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) são instrumentos importantes para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores. O PCMAT estabelece diretrizes e procedimentos para a execução segura das atividades, enquanto o PCMSO prevê a realização de exames médicos periódicos para monitorar e prevenir doenças relacionadas ao trabalho (AMARO; NAZARRI; SOFFIATTI, 2018).

O uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) também desempenha um papel crucial na prevenção de acidentes e lesões. Os EPIs são destinados à proteção individual dos trabalhadores contra os riscos presentes no ambiente de trabalho, enquanto os EPCs visam proteger um grupo de trabalhadores ou todo o ambiente de trabalho (COSTELLA; JUNGES; PILZ, 2014).

O treinamento e a conscientização dos trabalhadores são fundamentais para garantir que todos estejam cientes dos riscos existentes e saibam como agir de forma segura em todas as situações. A NR 18 (Norma Regulamentadora 18), de 2018, estabelece diretrizes e ferramentas específicas para garantir as condições adequadas de meio ambiente de trabalho na indústria da construção, incluindo orientações sobre o funcionamento do PCMAT e da CIPA (BRISTOT, 2019).

As medidas de prevenção são essenciais para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores na indústria da construção civil. Ao implementar programas e procedimentos adequados, é possível reduzir significativamente os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, criando um ambiente de trabalho mais seguro e saudável para todos (VALENTE; SOUZA, 2018).

Os Diálogos Diários de Segurança (DDS) representam uma importante ferramenta na prevenção de acidentes na indústria da construção civil. Estas reuniões breves, realizadas diariamente antes do início das atividades, oferecem uma oportunidade valiosa para implantar uma cultura de segurança em todas as áreas de uma empresa (ZANETTI, 2018).

O principal objetivo dos DDS é envolver os colaboradores em conversas abertas e francas sobre questões relacionadas à saúde e segurança do trabalho. Durante esses encontros, os trabalhadores têm a oportunidade de compartilhar experiências, discutir preocupações e trocar informações relevantes sobre os riscos existentes no ambiente de trabalho (VALENTE; SOUZA, 2018).

Ao promover a comunicação e o engajamento dos trabalhadores, os DDS ajudam a

aumentar a conscientização sobre os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, além de destacar a importância do cumprimento das normas de segurança e a utilização adequada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletivos (EPCs) (AMARO; NAZARRI; SOFFIATI, 2018).

Os DDS também oferecem uma oportunidade para a identificação e resolução de problemas de segurança em tempo real. Os trabalhadores podem relatar condições inseguras, sugerir melhorias e compartilhar boas práticas, contribuindo assim para a prevenção de acidentes e a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro e saudável (BRISTOT, 2019).

É importante ressaltar que a eficácia dos DDS depende da participação ativa e do comprometimento de todos os envolvidos. Os gestores e supervisores devem liderar essas reuniões de forma proativa, incentivando a participação dos trabalhadores e garantindo que as questões de segurança sejam tratadas com seriedade e prioridade. Os Diálogos Diários de Segurança são uma ferramenta valiosa na prevenção de acidentes na construção civil, ajudando a criar uma cultura de segurança e promover um ambiente de trabalho mais seguro para todos os envolvidos. Ao cultivar o hábito da conversa sobre saúde e segurança do trabalho, os DDS contribuem para salvar vidas, prevenir lesões e proteger o bem-estar dos trabalhadores (VALENTE; SOUZA, 2018).

2.2 Técnicas trabalhadas na construção civil para qualificação da mão de obra

A implementação de treinamentos regulares é uma técnica essencial para a qualificação da mão de obra na construção civil. Segundo Neves (2020), os treinamentos sistemáticos não apenas melhoram as habilidades técnicas dos trabalhadores, mas também aumentam a conscientização sobre as normas de segurança e melhores práticas no canteiro de obras. Esses programas de treinamento incluem desde a operação de equipamentos específicos até o cumprimento das normas regulamentadoras, garantindo que os trabalhadores estejam atualizados com as exigências do setor.

A educação continuada e os programas de aprendizagem são estratégias eficazes para a qualificação contínua da mão de obra. Santos (2019) destaca que, ao oferecer cursos e workshops regulares, as empresas conseguem manter seus trabalhadores sempre informados sobre as inovações tecnológicas e novas técnicas de construção. Esses programas podem ser realizados em parceria com instituições de ensino técnico e profissional, proporcionando uma base sólida de conhecimento teórico e prático.

Silva (2018) argumenta que a utilização de simuladores e realidade virtual é uma técnica inovadora para a qualificação da mão de obra na construção civil. Essas tecnologias permitem que os trabalhadores pratiquem operações complexas e situações de risco em um ambiente controlado, sem a exposição aos perigos reais do canteiro de obras. O uso de simuladores de máquinas e realidade virtual para treinamento de segurança e operações complexas tem mostrado resultados positivos na redução de acidentes e na melhoria da eficiência operativa.

A avaliação e certificação de competências são cruciais para garantir a qualificação adequada da mão de obra. Bonadeu (2021) enfatiza que a certificação de habilidades específicas, como a operação de equipamentos pesados ou a realização de tarefas de alta precisão, assegura que os trabalhadores possuem a competência necessária para desempenhar suas funções de maneira segura e eficiente. Esse processo de certificação pode ser



realizado por meio de avaliações práticas e teóricas, fornecendo uma garantia de qualidade para empregadores e clientes.

Alves (2020) propõe a implementação de programas de mentoria como uma técnica eficaz para a qualificação da mão de obra na construção civil. A mentoria permite que trabalhadores mais experientes compartilhem seus conhecimentos e habilidades com os novos trabalhadores, facilitando a transferência de conhecimento tácito e prático. Esses programas também ajudam a criar um ambiente de trabalho colaborativo, onde o aprendizado contínuo é incentivado e valorizado.

O incentivo ao desenvolvimento pessoal e profissional é fundamental para a qualificação da mão de obra. Neves (2020) ressalta que as empresas devem criar políticas que incentivem o desenvolvimento contínuo dos trabalhadores, oferecendo oportunidades de crescimento dentro da organização e acesso a recursos educacionais. Esse incentivo pode incluir programas de bolsas de estudo, apoio a cursos de aperfeiçoamento e reconhecimento dos trabalhadores que buscam melhorar suas qualificações, promovendo uma cultura de valorização e progresso contínuo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é um pilar essencial para o desenvolvimento socioeconômico, cuja qualidade e segurança dependem da competência e habilidade dos trabalhadores. Investir na capacitação da mão de obra não só garante a eficiência e produtividade, mas também reflete um compromisso genuíno com o avanço profissional e o bem-estar dos colaboradores. Logo busca fortalecer a competitividade das empresas, promove uma cultura de excelência e inovação, e contribui para a construção de um setor mais sustentável e resiliente. Assim, ao priorizar a capacitação, não apenas valorizamos individualmente os profissionais, mas também impulsionamos o crescimento e a evolução positiva da indústria da construção civil, beneficiando a sociedade como um todo.

A construção civil é um setor vital para o progresso da sociedade, responsável pela criação e manutenção das infraestruturas que sustentam o nosso cotidiano. A qualidade e a segurança dessas estruturas dependem diretamente da competência e habilidade dos trabalhadores envolvidos. Ao investir na capacitação da mão de obra, as empresas não apenas asseguram a eficiência e a produtividade, mas também demonstram um compromisso sólido com o desenvolvimento profissional de seus colaboradores.

Logo não apenas melhora a satisfação no trabalho e a lealdade à empresa, mas também fortalece o setor como um todo, promovendo uma cultura de excelência e inovação. Assim, a valorização e o investimento na capacitação dos trabalhadores não apenas beneficiam individualmente os profissionais, mas também contribuem para a sustentabilidade e o avanço contínuo da indústria da construção civil.

Referências

ALVES, Nadine. **Mão de obra na construção civil: 6 erros causados por funcionários despreparados**. 2017. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/maode-obra-na-construcao-civil-6-erros-causados-por-funcionarios-despreparados/>. Acesso em: 01 maio 2024.

AMARO, Louise Chiarello; NAZARRI, Éverton; SOFFIATTI, Evandro Carlos. **Avaliação do grau cumprimento da NR-18 de um canteiro de obra na cidade de Passo Fundo/RS**. In: PORTAL DE CONFERÊNCIAS DA IMED, 2018. Anais...Passo Fundo: IMED, 2018.

- ANMT- **Associação Nacional de Medicina do Trabalho. Construção Civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho.** 2019.
- BATISTA, K. R.; NETTO, C. S. L.; MEDEIROS, L. R. A. Procedimentos para o combate à COVID-19 em canteiros de obras com base na experiência de uma construtora da cidade de João Pessoa-PB. **Acta Scientia**, v. 2, n. 1, 2020.
- BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do Trabalho: guia prático e didático.** 2. ed. São Paulo: Érica/Saraiva, 2018.
- BONADEU, Diego Luiz Maximiano. **Acidentes de trabalho na construção civil. Engenharia Segurança do Trabalho - Tubarão**, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/paraiba/Downloads/TCC949.pdf. Acesso em: 01 maio 2024.
- BRISTOT, V. M. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho.** Criciúma: Unesc, 2019.
- CANTISANI, A. F.; CASTELO, A. M. O perfil dos trabalhadores da construção civil. Revista conjuntura da construção, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, mar. 2015.
- CARAVETTI, Daniel. **Construção é o setor que mais gera empregos formais em 2020: mais afetada pela pandemia, atividade informal também apresenta recuperação.** Mais afetado pela pandemia, atividade informal também apresenta recuperação. 2020. Disponível em: <https://smartus.com.br/construcao-novo-caged-empregos-2020/>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- COSTELLA, M. F.; JUNGES, F. C.; PILZ, S. E. **Avaliação do cumprimento da NR-18 em função do porte de obra residencial e proposta de lista de verificação da NR-18.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.14, n. 3, p-87-102, jul.-set. 2014.
- DANTAS, José Diego Formiga. **Produtividade da mão de obra: estudo de caso: métodos e tempos na indústria da construção civil no subsetor de edificações na cidade de João Pessoa - PB.** 2011. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- MACHADO, João Vítor Emanuel Maia. **O Custo da Ineficiência: uma abordagem para avaliação do impacto do desvio de produtividade de mão de obra nos custos de um projeto.** 2014. 180 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- MORAES, G. A. **Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho: Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego.** 10.^a ed., v. 1, Rio de Janeiro: GVC, 2013.
- NEVES, Suzana Andreassa: **A qualificação da mão de obra para o aumento da produtividade em obras de construção civil: responsabilidades compartilhadas.** 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba 2014.
- OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil:** Monografia. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.
- OLIVEIRA, Sabrine Gois; CASTRO, Daniela Soares. **Segurança do trabalho na construção civil: aplicação da NR-18 no canteiro de obras.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de engenharia civil da universidade do sul de santa catarina, Palhoça/SC, 2022.
- PIRES, Daniel Lage. **Aplicação de técnicas de controle e planejamento em edificações: estudo de caso.** Belo Horizonte/MG : 2014.
- PORTO, Raphael. **A importância do planejamento de obras na construção civil.** Artigo Científico. Belo Horizonte/MG : 2022.
- SANTOS, Thályta Bueno Moraes. **O perfil da mão de obra da construção civil de Aragarças-GO.** Barra do Garças, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: <https://portaldeinformacao.utfpr.edu.br/Record/riut-1-949>. Acesso em: 30 maio 2024.
- SILVA, Maria do Socorro Vieira da O perfil da mão de obra na indústria de construção civil em Juazeiro do Norte, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e518974423-e518974423, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341828582_O_perfil_da_mao_de_obra_na_industria_de_construcao_civil_em_Juazeiro_do_Norte_Brasil. Acesso em: 30 maio 2024.
- SEVIOLI, Murilo Trevisan; CANASSA, Poliana Lima. **Gerenciamento de obras: análise comparativa de layout de canteiros de obras e verificação de adequação às normas regulamentadoras.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão/Paraná, 2022.

SOUSA, Lucio Denis; ARAÚJO, Ingryd Lins Paes de; ALBUQUERQUE BISNETO, Sindio Figueiredo de Albuquerque. **Gestão de controle e qualidade de obras:** análise das falhas na execução de habitação popular em João Pessoa, PB. Revista InterScientia, v. 4, n. 2, p. 152-162, 2016.

SOUZA, Leonardo Viana Frugonide; VOLTA, Cláudia Becker; MAGALHÃES, Iara de Araújo. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas.** SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PRODUÇÃO ACADÊMICA, v. 13, 2014.

VALENTE, Eduarda Ferreira; SOUZA, Sueli Tavares de Melo. **Estudo** de caso: avaliação das não conformidades segundo a NR-18 em um canteiro de obras de pequeno porte no município de Cascavel/PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8, 2018. **Anais...** Ponta Grossa: CONBREPO, 2018.

VERDÉLIO, Andreia. Caged: **Brasil encerra 2020 com geração de 142.690 empregos formais:** preservação de empregos é o responsável pelo resultado positivo. Preservação de empregos é o responsável pelo resultado positivo. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-01/Caged-brasil-encerra-2020-comgeracao-de-142690-empregos-formais>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ZANETTI, Tatiane. **Avaliação de requisitos da NR 18 através de diferentes checklists – Estudo de caso.** 2018. 98p. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2018.

Este livro reúne informações acerca de vários temas relacionados a Engenharia Civil, tais como: estrutura, resistência de materiais, estradas, edificação, manutenção, orçamento, segurança do trabalho, resíduos sólidos, gestão de obra, BIM, dentre outros. A obra é uma fonte de informação aos interessados sobre o assunto que desejam ampliar seus conhecimentos e compreender a relevância da área para a sociedade.

