

organizadores:

FABIANA AQUINO DE MORAES RÊGO
MIRIAN NUNES DE CARVALHO NUNES

2023

ENGENHARIA CIVIL

CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS

2 volume

FABIANA AQUINO DE MORAES RÊGO
MIRIAN NUNES DE CARVALHO NUNES
(Organizadoras)

ENGENHARIA CIVIL
CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS
VOLUME 2

EDITORA PASCAL

2023

2023 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. 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. Elmo de Sena Ferreira Junior

Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda

Dr. Saulo José Figueredo Mendes

Dr^a. Helone Eloisa Frazão Guimarães

Dr. Raimundo Luna Neres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F118e

Coletânea Engenharia Civil: contribuições conceituais / Fabiana Aquino de Moraes Rêgo e Mirian Nunes de Carvalho Nunes (Org). São Luís - Editora Pascal, 2023.

285 f. : il.: (Engenharia civil; v. 2)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-80751-79-2

D.O.I.: 10.29327/5276616

1. Engenharia Civil. 2. Conceitos. 3. Profissionalização. 4. Miscelânea. I. Rêgo, Fabiana Aquino de Moraes. II. Nunes, Mirian Nunes de Carvalho. III. Título.

CDU: 624+373.6

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

2023

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

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

ORGANIZADORAS

Fabiana Aquino de Moraes Rêgo

Possui pós-graduação em “Diseño y Arquitectura de Interiores” (Carga horária: 500h) pela Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid da Universidad Politécnica de Madrid (2006). Graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário do Maranhão (2005) e graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (2003). Adquiriu experiência profissional na área de arquitetura, interiores e museografia, com ênfase na gestão de produção, desenvolvimento técnico e coordenação de projetos museográficos em empresa especializada durante os 7 anos que morou em Madri - Espanha (2006-2012). Atualmente é proprietária do escritório Fabiana Moraes Rêgo Arquitetura e Interiores desde 2013.

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 Universidade Pitágoras 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.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Rodrigo Pereira Moura	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 2	19
A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A CONFEÇÃO DE CONCRETO	
Isabela Fernanda Chave Veloso	
CAPÍTULO 3	31
UMA ANÁLISE DAS PRINCIPAIS CAUSAS DE PATOLOGIA DENTRO DAS EDIFICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Francisco José Oliveira Sousa	
CAPÍTULO 4	38
ESTUDO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA UMIDADE ASCENDENTE NAS EDIFICAÇÕES	
Carla Gabrielle Melo Ribeiro	
CAPÍTULO 5	46
PLANO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO: UM ESTUDO SOBRE AS MEDIDAS PREVENTIVAS EM EDIFICAÇÕES	
Rayara Sousa Santos	
CAPÍTULO 6	55
PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICO	
Chrysthiellen Soares Costa	
CAPÍTULO 7	66
LEAN CONSTRUCTION-EFICIÊNCIA E APLICABILIDADE NA CONTRUÇÃO CIVIL	
Carlos Eduardo Ribeiro Rodrigues	
Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 8	74
OS TIPOS DE PATOLOGIAS DO ASFALTO EM RODOVIAS DO BRASIL	
Nonato de Assis de Melo Queiroz	
CAPÍTULO 9	82
OS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Rodrigo Pinheiro Vieira	

CAPÍTULO 10	90
A LOGÍSTICA DENTRO DO CANTEIRO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Diogo Gabriel Magalhães Ferreira	
CAPÍTULO 11	99
COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO MOLDADAS <i>IN LOCO</i>	
Vittoria Carolinna de Sousa Abreu Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 12	112
PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS	
Cleson Rodrigues Sá Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 13	126
VIABILIDADE DO USO DE PAVIMENTO RÍGIDO EM RODOVIAS BRASILEIRAS	
Antônio Manoel Costa Amorim Tony Andrade	
CAPÍTULO 14	138
A IMPORTÂNCIA DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Thiago Fonseca Cunha de Paula Vitor Tanno	
CAPÍTULO 15	145
ALVENARIA ESTRUTURAL: AVANÇOS, APLICAÇÃO E PATOLOGIAS	
Edjúnior Correa Lima Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 16	157
IMPERMEABILIZAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO, IMPORTÂNCIA E MÉTODOS DE EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Quézia Reis Bogéa Vitor Tanno Ragenilton da Conceição de Lima	
CAPÍTULO 17	167
A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NA ENGENHARIA CIVIL	
Ivan Silva Moreira	

CAPÍTULO 18	174
A SALINIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SEU IMPACTO NAS OBRAS	
Juliana Gama Sousa Vasconcelos	
CAPÍTULO 19	182
MANIFESTAÇÕES PATOLOGIAS RECORRENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: BREVES CONCEITOS E CAUSAS DE UMIDADE, TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS	
Wallewska Adriane Leonado Nunes Mirian Nunes de Carvalho Nunes	
CAPÍTULO 20	192
PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM FACHADAS	
Talita Sayara Ribeiro Ferreira	
CAPÍTULO 21	198
DRYWALL COMO ESCOLHA DE MÉTODO CONSTRUTIVO NA ENGENHARIA CIVIL: PRINCIPAIS IMPACTOS DO USO DAS CONSTRUÇÕES	
Igor Gabriel Costa da Costa Mírian Martins Silva Sidney de Amorim Ripardo Evanilson Santos Muniz Marcos Vinnícius de Lima Sousa	
CAPÍTULO 22	208
AGREGADOS RECICLADOS: UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CONCRETO	
Mateus Eduardo Nascimento Barros Vitor Tanno	
CAPÍTULO 23	220
OBSTÁCULOS À INSERÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA FASE DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Adalto Rabelo Neto	
CAPÍTULO 24	227
AS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DAS RODOVIAS NO BRASIL	
Carlos Augusto Oliveira Alves	
CAPÍTULO 25	235
ESTUDO DA APLICABILIDADE DA NR-18 EM CANTEIRO DE OBRA	
Igor Luís Silva Costa Leite Mirian Nunes de Carvalho Nunes	

CAPÍTULO 26	244
CONCRETO E SUAS IMPLICAÇÕES DE HETEROGENEIDADE DE TERRITÓRIO NO BRASIL: CONCRETO COM ROCHA GRÁNÍTICA X CONCRETO COM SEIXO ROLADO	
Jadenilson Costa Campos	
CAPÍTULO 27	255
QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Dalton Carlos Penha Andrade Junior	
CAPÍTULO 28	262
SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Inara Mendes Araujo	
CAPÍTULO 29	268
GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: O CONCRETO RECICLADO NA CONS- TRUÇÃO CIVIL	
Frentzen Ferreira Feitosa	
CAPÍTULO 30	277
CONSTRUÇÃO CIVIL: IDENTIFICANDO AS PRINCIPAIS PATOLOGIAS E APONTANDO POSSÍVEIS SOLUÇÕES	
Victor Augusto Fernandes Arouche Francisca de Jesus Fernandes Arraz João Paulo Silva Gomes	



ENGENHARIA CIVIL

1

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

APPLICATION OF THE BIM METHODOLOGY IN CIVIL CONSTRUCTION

Rodrigo Pereira Moura
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

No mercado de trabalho atual, já começou uma grande procura por profissionais que dominam o BIM, pois a ferramenta demonstrou ser muito eficaz quando se trata de informação, compatibilização, redução de possíveis riscos ao custo financeiro e estrutural. A aplicação da metodologia Bim nas construções civis, vem mostrar como a aplicação da ferramenta BIM pode facilitar na redução de possíveis riscos aos projetos e tornar as obras mais econômicas. Para a elaboração deste estudo, foi utilizada a pesquisa bibliográfica como metodologia viabilizando discussões sobre como praticar e compreender a plataforma BIM; analisar como a plataforma BIM é utilizada na construção civil; verificar os impactos da utilização da plataforma BIM na construção civil. Assim os resultados desse estudo evidenciam que a aplicação da metodologia BIM pode ser aliada na elaboração e planejamento de qualquer projeto, por ter acesso a várias informações ainda na visualização 3D, desta forma diminui bastante os possíveis erros que possam surgir, além de facilitar o planejamento a curto, médio e longo prazo, a fim de diminuir possíveis gastos.

Palavras-chave: Bim, Projetos em 3D, Planejamento, Tecnologia.

Abstract

In the current job market, a great demand for professionals who master BIM has already begun, because the tool has proven to be very effective when it comes to information, compatibility, reduction of possible risks to the financial and structural cost. The application of BIM methodology in civil constructions shows how the application of BIM tool can facilitate the reduction of possible project risks and make the works more economical. To prepare this study, the bibliographical research was used as methodology enabling discussions about how to practice and understand the BIM platform; analyze how the BIM platform is used in civil construction; verify the impacts of using the BIM platform in civil construction. Thus, the results of this study show that the application of BIM methodology can be an ally in the preparation and planning of any project, by having access to various information even in the 3D view, thus greatly reduces the possible errors that may arise, and facilitate planning in the short, medium and long term, in order to reduce possible expenses.

Keywords: Bim, 3D Projects, Planning, Technology.

1. INTRODUÇÃO

O BIM chega para revolucionar o mercado, não apenas na criação de desenhos em 3D, traz um novo conceito em gestão facilitando cada vez mais a vida dos responsáveis técnicos. A tecnologia BIM é um processo de criação de um modelo virtual onde contém diversas camadas de informações técnicas sobre a obra em questão. O gerenciamento, com essa tecnologia trás vários benefícios que podem detalhar a obra com mais clareza e ser acompanhada de vários ângulos, além de uma visão tridimensional do estabelecimento de forma que fique sabendo de todas as etapas essencialmente a iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle.

A tecnologia BIM busca trazer uma comunicação melhor e completa entre os vários profissionais envolvidos em um projeto, como arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários, proporcionando a cada um a visualização do projeto modelo de diferentes perspectivas, podendo adicionar ou modificar quaisquer informações. O BIM (Building Information Modeling), traduzido como Modelagem da Informação da Construção são softwares de dados em formato digital, que possibilita a criação de um modelo visual 3D, proporcionando facilidades na visualização e no entendimento no resultado final do projeto e informações detalhadas, podendo detectar a utilização de materiais, custos, resistência e outras informações.

A construção civil sempre se cobrou um gerenciamento e análise bem eficiente, a fim de minimizar qualquer tipo de incerteza no orçamento e na execução da obra. A metodologia tradicional se limita apenas na criação e desenvolvimento de projetos em apenas duas dimensões. A gestão em BIM permite que muitos imprevistos sejam reduzidos e a segurança dos resultados cresça durante todo o ciclo construtivo, sendo assim, qual a diferença de uma gestão com a metodologia BIM nas construções civis atualmente?

A ferramenta busca trazer uma comunicação melhor e completa entre os vários profissionais envolvidos em um projeto, como arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários, proporcionando a cada um a visualização do projeto modelo de diferentes perspectivas, podendo adicionar ou modificar quaisquer informações. Pretende-se como objetivo geral: Como a aplicação do BIM pode facilitar na redução de possíveis riscos aos projetos e tornar as obras mais econômicas. Para verificar esse objetivo geral, temos os objetivos específicos: compreender a plataforma BIM; analisar como a plataforma BIM é utilizada na construção civil e verificar os impactos da utilização da plataforma BIM na construção civil.

Este trabalho parte de uma revisão bibliográfica. A revisão bibliográfica conforme Arsenalt (2009) BIM é a criação paramétrica, ou inteligente, de modelos em perspectiva 3D em vez de desenhos 2D “não inteligentes”. O BIM opera sobre uma base de dados digital e qualquer alteração feita nesta base de dados reflete-se em todas as peças desenhadas que compõem o projeto. Isto permite que todos os envolvidos no período de vida dum empreendimento de construção – Arquitetos, Engenheiros, Empreiteiros e Proprietários – possam visualizar o modelo de modo diferente, conseguindo facilmente compartilhar e sincronizar informações.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Os métodos utilizados para a realização desta pesquisa de revisão bibliográfica, para tanto, foram utilizados livros, trabalhos científicos e repositórios digitais e sites confiáveis. Essa metodologia se classifica como descritiva, pois por meio das sínteses e teorização serão realizadas as reflexões. As palavras-chaves pesquisadas serão: BIM, Projetos em 3D, Tecnologia. Serão aceitas e utilizadas as referências que estiverem a disposição com até 20 anos de edição. Os principais autores, nesta pesquisa são: Arsenalt (2009); Ribeiro (2010); Silva (2020); Monteiro (2012); Carvalho (2012).

2.2 Resultados e Discussão

O que diferencia o BIM da maneira atual de projetar é que o projetista deixa de usar apenas linhas em 2D e passa a ter objetos e parâmetros bem definidos, com 3D e informações de acabamentos, dimensões e localização exata de cada estrutura. Além disso, a ferramenta pode se referir a quantidades de insumos, mão de obra utilizada, quantitativos de materiais e seus custos, apoiando o orçamento e o planejamento da obra (SILVA ARAÚJO, 2020).

O processo atual de compatibilização nacional atravessa uma fase de inovação, passando de uma metodologia bidimensional para uma tridimensional mais completa. Esse processo é dificultado muitas vezes pelo desconhecimento dos profissionais, que se sentem mais confortáveis utilizando um método já conhecido e amplamente dominado pelos projetistas. Contudo, a utilização da tecnologia de informação pode verificar interferências com mais precisão e facilidade que os métodos tradicionais de desenho 2D. Como é utilizado um banco de dados central da modelagem do edifício, este é utilizado por todas as disciplinas, minimizando erros e conseqüente tempo de projeto, além de que os desenhos em 3D são bem mais claros (MONTEIRO, 2012 apud COSTA, 2013, p. 15).

De forma simples pode-se dizer que BIM é um processo de desenvolvimento de um modelo digital de um empreendimento, uma tecnologia que acompanha a obra em todo o seu ciclo de vida (antes, durante e depois da construção) e que consegue prever problemas com mais facilidade, já que é um instrumento de gestão das informações, fluxos de trabalhos e procedimentos (ARAÚJO, 2020).

Silva (2020) destaca que, para reforçar que o uso dessa tecnologia abrange diversos benefícios gerais como: maior produtividade das equipes que pode chegar de 25% a 50%, redução de prazos de serviços podendo chegar a 25%, redução de revisões/retrabalho e possibilidade de novas apresentações do trabalho em animações, além de experiências de realidade virtual para melhor entendimento do empreendimento. Além de outras vantagens que o BIM oferece para que a obra saia de forma segura e sem prejuízos.

No início da década de 90 foi destacado que os principais motivos de atrasos na construção e falhas no acompanhamento em obras são: problemas no orçamento, aumento do custo estimado para materiais e equipamentos utilizados, complexibilidade de execução e compreensão dos sistemas de gestão. Devido aos atrasos em obras, conseqüentemente há diminuição da margem de lucros e aumento no custo total do empreendimento gerenciado (TRAUNER, 1990).

O sistema de gestão vem a ser mais complexo e criterioso, caso seja aplicado à um projeto com um valor mais elevado. O gerenciamento visa principalmente reter possíveis

erros para que a obra não gere prejuízo devido aumento total no custo final da obra (CARVALHO, 2012).

Cada empreendimento tem suas características específicas a serem analisadas e modelos totalmente genéricos não estão programados para ver esses pontos específicos. Assim como um auditório é voltado para a plateia, uma residência é voltada para uma pessoa ou família. São dois projetos completamente diferentes a serem edificados. Deve-se analisar as características únicas dos projetos e aplicar um sistema específico para a eficácia (REZENDE, 2008).

O que se constata, porém, é que o mercado da construção civil vem lentamente, adotando a nova plataforma. Primeiramente integrando o BIM com desenhos gerados na plataforma CAD, porém, por questões técnicas, a antiga plataforma ainda não pôde ser aposentada (RIBEIRO, 2010 apud COELHO; NOVAES, 2005). Acredita-se que a plataforma só não ganhou maior repercussão, porque os empresários brasileiros ainda não perceberam suas potencialidades. Sendo que uma das vantagens citadas é o aumento da lucratividade, visto que é possível fazer diversas simulações físicas junto com as variáveis econômicas (MANZIONE, 2013).

Existe uma grande diferença entre a ferramenta tradicional com a metodologia de gestão BIM, o processo em duas dimensões está dando lugar à um modelo tridimensional com uma base de informações mais que suficientes para acompanhar e administrar qualquer obra.

O uso dessa tecnologia já é mais evidente em países desenvolvidos. Na Inglaterra, por exemplo, após diversas análises foi constatado que o país não tinha mais condições de suportar a baixa produtividade do setor de construção civil. A estratégia foi a utilização da ferramenta BIM para todas as informações de projetos e dos ativos, com as respectivas documentações e dados em formato digital. Assim, até 2016 todos os novos projetos públicos ingleses deverão estar em formato BIM.

A União Europeia já demonstrou interesse de seguir pelo mesmo caminho. No Brasil, Santa Catarina foi o primeiro estado a exigir que a tecnologia esteja presente em licitações de obras públicas até 2018. Já em âmbito nacional, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, está adotando uma resolução semelhante (SANTOS, 2014).

Entretanto, essas etapas vão assegurar que uma obra seja entregue de forma eficiente, cumprindo prazos do cronograma, sem estourar orçamentos, assegurando o desempenho da edificação e a satisfação do cliente. “Gerenciar obras exige não pular etapas e faz parte dos passos certos o planejamento cuidadoso, a execução atenta, o monitoramento e controle minuciosos” (GESTÃO AJ, 2020).

A tecnologia BIM engloba múltiplas funções que possibilitam uma melhor gestão na modelagem no ciclo de vida de uma construção. Segundo Baia (2015, p. 1), “quando bem adotado, o BIM facilita um projeto e processos de construção mais integrados, que resultam numa melhor qualidade das edificações e num menor custo, bem como na redução da duração do projeto”.

A ferramenta vai muito mais além, e oferece simulações dos processos e desenvolvimentos de um empreendimento em um local escolhido pelos responsáveis técnicos. Pois, o processo de obra há outras vantagens a serem ressaltadas, que são: redução nos prazos e nos custos de obra, melhoria da produtividade da mão de obra no canteiro, em destaque o controle e gestão da obra e melhoria da qualidade dos projetos.

2.2.1 Comparação entre os sistemas CAD tradicionais e a tecnologia BIM

Coelho e Novaes (2008) afirmam que o sistema BIM é constituído por um banco de dados que, além de exibir o plano tridimensional geométrico dos elementos, armazena suas atribuições, transmitindo mais informações que os sistemas CAD tradicionais.

O conteúdo armazenado compreende a representação gráfica, numérica e textual. A ideia é de que um mesmo arquivo de projeto possua todos os dados inerentes ao mesmo, dessa maneira, os conflitos ao longo dos processos de elaboração e concepção dos projetos são reduzidos substancialmente, o que torna o BIM uma ferramenta mais precisa que os sistemas CAD clássicos.

Conforme Eastman et al. (2008 apud Andrade e Ruschel, 2009, p. 603), a modelagem paramétrica e a interoperabilidade são as duas principais características do BIM que o diferencia dos sistemas de CAD.

A introdução de modelos tridimensionais paramétricos pelo BIM tem oferecido várias vantagens sobre as abordagens bidimensionais (BARAK et al., 2009 apud LINO et al., 2009, p. 2). Foi alterado o tipo de documentação de base utilizada na construção, transformando-a de um tipo de documentos legível somente por humanos (desenhos) para novas representações de dados que passaram a ser interpretáveis pelos computadores (JEONG et al., 2009 apud LINO et al., 2009, p.2).

Como é possível observar, o BIM se destaca como sendo notavelmente o mais completo, onde é possível acompanhar a obra em toda sua existência, uma vez que as informações relacionadas aos projetos estarão armazenadas no software.

2.2.2 União dos setores da construção

Essa é uma das vantagens de usar o BIM na construção, usa-se a integração entre os projetos estruturais, hidráulicos e arquitetônicos. Essa união dos setores tem uma grande importância pois, acontece o compartilhamento de informações que é atualizado em tempo real e logo aparece para todos os campos responsáveis, isso quer dizer que essa união torna o projeto um caminho único, reduzindo proporcionalmente as incorreções que podem surgir.

Essa colaboração parte de uma base de dados unificada compartilhada. Scheer et al. (2007) apud Farinha (2012) sustentam que com essa base de dados vários projetistas conseguem trabalhar de maneira conjunta. Quando se altera algo no projeto arquitetônico, exemplificando, todos os outros projetos integrados nessa base de dados se modificam também à medida que o modelo vai sendo atualizado.

2.2.3 Orçamento otimizado

Um dos pontos principais de um empreendimento está diretamente ligada ao bolso do cliente, nesse ponto de vista, lançar um orçamento consistente sem variações relevantes, transmite confiança para ambas as partes envolvidas.

O BIM surge para aprimorar as técnicas utilizadas, pois a utilização de técnicas obsoletas leva a um orçamento inconsistente e quanto mais detalhado e certo for, melhor será para o proprietário do empreendimento, que se organizará com mais cautela, e para o orçamentista, que obterá mais segurança e confiabilidade. Koelln (2015) descreve duas

ferramentas relativas ao estudo da geração de custo por meio do BIM: a primeira valida a modelagem da edificação, assim como o levantamento quantitativo do modelo, a segunda fundamenta-se no modelo criado para obter as quantidades dos elementos de custo direto das diferentes posições de um orçamento.

“As quantidades de elementos construtivos, a exemplo de portas e janelas, elementos de instalações, como metragem de tubulação hidrossanitária, ou ainda de determinados materiais, podem ser extraídas de um modelo BIM 3D” (KOELLN, 2015, p. 13). Ainda segundo Koelln (2015), há diversas possibilidades de extrair essas quantidades do modelo, seja por geração de planilhas ou no aprofundamento do uso de ferramentas BIM nos processos de gerenciamento de custos.

Koelln (2015) defende que a mais importante condição dentro da modelagem de informação é a consistência do modelo desenvolvido. E deverá ser trabalhado de maneira uniforme e diligente, para que o levantamento quantitativo seja possível e a orçamentação viável. Ainda na linha de raciocínio de Koelln (2015), é admissível a utilização de um fator de multiplicação, ou seja, é possível modelar as paredes de um pavimento de um prédio de cinco andares, para posteriormente multiplicar por cinco, sendo importante anotar todas as regras e padrões utilizados na elaboração do modelo.

Como foi dito, esse método de abordagem traz uma economia de tempo extremamente considerável, já que os quantitativos serão levantados automaticamente pois, tem todas as informações disponíveis em um mesmo conjunto que servirá de orientação para o orçamentista finalizar seu trabalho com eficiência e agilidade.

3. CONCLUSÃO

Conclui-se que a implementação da metodologia BIM no gerenciamento e planejamento na construção rapidamente retornou impactos positivos nos projetos e no canteiro de obras. Foram constatados: que possibilita a criação de um modelo visual 3D, proporcionando facilidades na visualização e no entendimento no resultado do projeto e informações detalhadas, podendo detectar a utilização de materiais, custos, resistência e outras informações.

O problema de pesquisa gerou resultados positivos, pois, tem uma grande diferença para um projeto de construção civil comum e outro acompanhado e integrado a tecnologia BIM. O cenário atual brasileiro, o BIM ainda é pouco trabalhado entre os engenheiros, arquitetos e profissionais habilitados, somente algumas empresas adotaram a tecnologia em sua forma de trabalhar.

O alto preço dos softwares que executam os programas BIM é um fator que influencia e dificulta a adesão ao sistema. Outro aspecto que dificulta muito a consolidação do BIM é a falta de disciplinas nas faculdades, que não contemplam o tema de modelagem em BIM em suas matrizes curriculares. Dessa forma, o profissional precisa buscar em outras plataformas para se atualizar e acompanhar a tecnologia

Desta forma, apesar do esforço no aprofundamento ao tema, não foi possível explorá-lo ao máximo. Sendo assim, como sugestão para futuros trabalhos recomenda-se um estudo mais aprofundado sobre os inúmeros benefícios do BIM nas construções tanto para as empresas quanto para os profissionais. Além disso, no futuro próximo os novos profissionais precisarão se qualificar para garantirem seu espaço no mercado de trabalho.

Referências

- DE ANDRADE, Max Lira Veras X.; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências**. In: IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, n° 9, 2009, São Carlos – SP. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Universidade de São Paulo (São Paulo): p. 602- 613.
- BARAK, R. [et al.] (2009). Unique Requirements of Building Information Modeling for Cast-inPlace Reinforced Concrete. **Journal of Computing in Civil Engineering**, Vol. 23, pp. 64-74 apud LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. In: BE2012-ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto (Portugal): 2012. p. 1-10.
- CARVALHO, Felipe Sampaio Figueiredo; **Avaliação da Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em Empresas Construtoras**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP, 2012.
- COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: Anais do VIII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Paulo, 2008.
- FARINHA, Marcel Cassandri Romero. **Exemplo de compatibilização de projetos utilizando a plataforma BIM (Building Information Modeling)**. 2012. 115 folhas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2012.
- GESTÃO AJ, região centro-oeste do Brasil. Taguatinga, Distrito Federal: Gestão AJ, 2020
- JEONG, Y.-S. [et al.] (2009). **Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. Automation in Construction**, Vol. 18, pp. 469-484 apud LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. In: BE2012-ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto (Portugal): 2012. p. 1-10.
- KOELLN, Friedrich Pfeifer. **Tecnologia BIM na construção civil: composição de custo direto**. 2015. 92 folhas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2015.
- LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. **Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas**. In: BE2012-ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto (Portugal): 2012. p. 1-10.
- MONTEIRO, João Pedro a COSTA. **Implementação BIM nos processos organizacionais em empresas de construção – um caso de estudo**. 2012. 103fl. Dissertação (mestrado) – Faculdade de ciência e tecnologia e Universidade Nova de Lisboa.
- REZENDE, Antônio Carlos; **Gerenciamento de Projetos Obras e Instalações**. 1 ed. São Paulo-SP: IMAM, 2008.
- Ribeiro, D. C. (2010). **Avaliação da aplicabilidade do IPD em Portugal**. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto.
- RIBEIRO, G. N.; **Aplicação de Ferramentas BIM em um Projeto de Cobertura do Estádio Professor Dário Rodrigues Leite**. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá-SP, 2015.
- SANTOS, Silva. **A tecnologia BIM e seus benefícios para a construção civil**, 2019. Disponível em: <http://www.cogic.fiocruz.br/2020/05/a-tecnologia-bim-e-seus-beneficios-para-a-construcao-civil>. Acesso em: 30 abr. 2022.
- TRAUNER, T. J.; **Construction Delays: documenting causes, winning claims, recovering costs**. R.S. Means, U.S.A., 1990

2

A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A CONFECÇÃO DE CONCRETO

*THE IMPORTANCE OF REUSE OF CIVIL CONSTRUCTION
WASTE FOR CONCRETE MAKING*

Isabela Fernanda Chave Veloso

Resumo

A presente pesquisa abordou sobre a importância da reutilização de resíduos na construção civil para a confecção de concreto. As atividades da indústria da construção civil têm alterado as condições ambientais ao longo dos anos por conta do aumento do volume de resíduos. Os descartes inadequados geram uma série de impactos ao meio ambiente e a sociedade, por conta de suas características químicas e minerais que esses materiais possuem, causando danos ao solo, ao ar e a água, além da constante alteração da natureza. Os Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) que ao longo dos anos tornou-se alvo de preocupação e de discussões por ser um setor que gera uma quantidade de resíduos maior, as atividades da construção civil se destacam por ser um grande consumidor dos recursos naturais, principalmente por conta de materiais como argamassa e área que são grandes geradores de resíduos e poluentes. Nesse meio está inserido o concreto reciclável pode contribuir para o desenvolvimento das obras da construção civil, apontando assim as vantagens significativas em relação aos demais resíduos e o fato do conhecimento de sua propriedade e material de origem ser compreendido com facilidade. O objetivo geral buscou compreender a importância do uso do concreto reciclável como alternativa de sanar desperdícios de resíduos na construção civil. O trabalho foi elaborado através da metodologia de estudo bibliográfico e teórico. Conclui-se que a necessidade de estudar a expressiva quantidade de resíduos gerados pela construção civil, em especial o concreto que pode ser o descarte inadequado que remetem uma necessidade urgente de ação da sociedade, dos poderes públicos e do setor da construção civil para o processo de reciclagem e reutilização.

Palavras-chave: Concreto. Resíduos Sólidos da Construção Civil. Reciclagem. Resíduos da Construção. Reutilização.

Abstract

This research addressed the importance of reusing waste in civil construction for the manufacture of concrete. The activities of the civil construction industry have changed environmental conditions over the years due to the increase in the volume of waste. Improper disposal generates a series of impacts on the environment and society, due to their chemical and mineral characteristics that these materials have, causing damage to the soil, air and water, in addition to the constant alteration of nature. Solid Waste from Civil Construction (RCC) which over the years has become the subject of concern and discussions because it is a sector that generates a greater amount of waste, civil construction activities stand out for being a large consumer of natural resources, mainly due to materials such as mortar and area that are large generators of waste and pollutants. In this environment, recyclable concrete can contribute to the development of civil construction works, thus pointing out the significant advantages in relation to other waste and the fact that knowledge of its property and source material is easily understood. The general objective sought to understand the importance of using recyclable concrete as an alternative to remedy waste waste in civil construction. The work was elaborated through the methodology of bibliographical and theoretical study. It is concluded that the need to study the significant amount of waste generated by civil construction, in particular the concrete that can be improperly discarded, that refer to an urgent need for action by society, public authorities and the civil construction sector for the process of recycling and reuse.

Keywords: Concrete. Solid Waste from Civil Construction. Recycling. Construction Waste. Reuse.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é comumente reconhecida por conta da sua atividade de desenvolvimento econômico, porém responde de forma significativa por uma parcela dos impactos negativos relacionados ao meio ambiente, seja ele por conta da exploração indevida dos recursos naturais ou por conta da geração de resíduos. Os canteiros de obras ocasionam em suas atividades uma série de perdas de materiais que possuem resíduos, o que se agrava mais ainda com o descarte inadequado.

Grande parte dos resíduos sólidos da construção civil não pode ser reciclada, seu destino final acaba sendo incorreto e ocasionando uma série de problemas ao meio ambiente, como a degradação dos centros urbanos, ocasionando enchentes, entupimento de esgotos e propiciando a população doenças que são transmitidas por ratos, moscas e baratas. Algumas empresas tentam disseminar a ideia de que a reciclagem e a destinação correta desses resíduos sejam feitas nos canteiros de obra, porém se não houver uma fiscalização adequada para garantir que os programas de gestão de resíduos sólidos esses resíduos também podem servir para a confecção de concreto e contribuir para o desenvolvimento das obras.

Assim, como problemática têm-se a seguinte indagação: “Como o processo de reciclagem dos resíduos da construção civil pode contribuir para a confecção de concreto?” Cabe salientar que o estudo busca conceituar como o concreto reciclável pode contribuir para o desenvolvimento das obras da construção civil, apontando assim as vantagens significativas em relação aos demais resíduos e o fato do conhecimento de sua propriedade e material de origem ser compreendido com facilidade. A utilização desse material contribui para a redução de custos das obras e exploração dos transportes naturais e seus agregados contribuindo para a diminuição do grande número de resíduos jogados no meio ambiente.

Como objetivo geral a pesquisa buscou compreender a importância do uso do concreto reciclável como alternativa de sanar desperdícios de resíduos na construção civil. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar os principais resíduos gerados pela construção civil, definir o processo de reciclagem de concreto e avaliar as vantagens e desvantagens da utilização do concreto nas obras.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Bauer (2012), Lacôte (2013), Gaspareto (2017), por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 20 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Concreto, Reciclagem, Resíduos da Construção Civil, Reutilização e Resíduo.

2. CONCEITUANDO OS PRINCIPAIS RESÍDUOS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL

A preocupação do ser humano em relação ao meio ambiente vem sendo abordada desde a década de 70, logo após a realização da Conferência em Estocolmo, sendo a mesma reiterada no ano de 1989 através da Conferência Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Resolução 44/288 ou ECO 92, que passou a discutir sobre os impactos ambientais que decorreram do desenvolvimento social e a globalização acelerada. Logo a ideia era abordar sobre a sustentabilidade e conscientizar o mundo sobre o processo de degrada-

ção ambiental (CARELI, 2008).

Logo após a ECO 92 foi criada a Agenda 21 que objetivou a construção civil e seus resíduos, buscando assim compreender sobre como reduzir e reutilizar esses resíduos, através de propostas sustentáveis. As obras da construção civil sempre foram um dilema para as questões ambientais, já que o volume de resíduos gerado quase sempre não foi reutilizado, ocasionando gastos e desperdícios desnecessários associada ao esgotamento dos recursos renováveis (SIPRES, 2019).

Todas essas mudanças que ocorreram na construção civil ao longo dos anos, têm ligação direta com o uso de materiais que foram sendo adicionados com o passar dos anos como a inserção de vidros, ferro gusa e o concreto. Nas últimas duas décadas o aumento da urbanização também gerou consequências para a produção de resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos. A exploração de recursos naturais tem ligação direta com o processo de industrialização que compromete o solo, o ar e os recursos hídricos que geram resíduos e inúmeros danos ambientais (SILVA, 2015).

A construção civil é responsável por 70% da geração de resíduos, onde esses resíduos podem ser definidos como qualquer material que seja abandonada ou descartada nas atividades comerciais, domésticas ou industriais. Segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no seu art. 1º os impactos ambientais ocasionam alterações físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, afetando assim a segurança, saúde e o bem-estar da sociedade, assim como suas atividades econômicas, condições sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais (FREITAS, 2016).

Já para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) os Resíduos da Construção Civil (RCC) são classificados como os resíduos sólidos ou semissólidos que resultam nas atividades de origem doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços que apresentam variações. São inclusos dentro dessa definição todos os logotipos que são provenientes do sistema de tratamento de esgoto e água, que possuem sua geração feita de acordo com os equipamentos e instalações que controlam a poluição, assim como os líquidos que possuem suas particularidades que fazem com que seja inevitável o lançamento desses despejos na rede pública esgoto ou nos corpos d'água. Logo são inevitáveis que sejam efetuadas soluções técnicas e que sejam economicamente (ABRECON, 2017).

Segundo a Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 os gerenciamentos dos resíduos sólidos constituem ações que já foram exercidas, de forma direta ou indireta, que abordam a coleta, o transporte, o tratamento, o transbordo e a destinação final de forma ambiental, adequando os resíduos sólidos e a disposição final dos rejeitos de acordo com o plano estabelecido pela prefeitura na gestão de resíduos sólidos ou até no plano de gerenciamento dos resíduos que é exigida por lei (ARAÚJO, 2009).

O setor da construção civil passou por uma reestruturação nos últimos anos, principalmente relacionada à situação financeira e ao mercado consumidores cada vez mais exigentes. Nesse contexto os trabalhadores e seus empregadores começaram a compreender a importância da reciclagem dos resíduos, como forma de diminuir os gastos nas construções. Vários fatores foram determinantes para esse reparo, mas o principal é voltado para a racionalização e conscientização com o meio ambiente (GASPARETO, 2017).

O desperdício de material gerado no processo produtivo chamou atenção não apenas do setor de construção, mas a da sociedade que refletiu sobre as etapas do ciclo da vida de uma construção. A extração da matéria-prima da natureza, o descarte ilegal e a falta de saneamento básico contribuíram para o surgimento de programas na área da construção civil, com foco na reciclagem dos materiais (NASCIMENTO, 2015).

O elevado volume de resíduos gerados pela indústria da construção civil retrata um agravamento nos problemas ambientais e do processo da construção tradicional que é adotada por grande parte dos países. Destaca-se que o desperdício da matéria-prima ocasiona uma série de problemas ambientais, assim como a irregularidade de sua destinação final (SILVA, 2014).

O reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil aumentou em grande escala, países da Europa, Canadá e Estados Unidos tem buscado alternativas para minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais de origem da geração de resíduos. Nesse contexto vários fatos foram surgindo como na União Europeia à taxa de reciclagem subiu para 80% e na Bélgica e na Holanda estão chegando aos 90%. Mais de 250,9 milhões de toneladas de lixo já foram reaproveitadas nas últimas décadas, o que minimizou a intensidade dos impactos ambientais (ABRELPE, 2015).

No Brasil existem usinas de reciclagem Resíduos da Construção Civil como nas cidades de São Paulo e Belo Horizonte, porém o desenvolvimento desse processo ainda é lento por falta de incentivo do governo e conscientização da própria população. Nesse contexto a iniciativa privada tem contribuído para o desenvolvimento dessa reciclagem, aplicando leis e programas que diminuem os impactos ambientais (LACÔRTE, 2013).

Em relação ao uso de potenciais para reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil, destaca-se o reaproveitamento do próprio canteiro de obras, assim como os subleitos, aterros de pavimentação, argamassa para o revestimento da alvenaria e os artefatos de concreto. Todo o processo de separação desses resíduos ocorre através de práticas de separação do material. O entulho, por exemplo, pode ser reaproveitado na própria obra, pois possui características semelhantes à areia e a brita que contribuem na construção (NASCIMENTO, 2015).

Nos países desenvolvidos a gestão de resíduos sólidos da construção civil é totalmente voltada para reciclagem, o uso desses materiais de construção é visto como fonte de agregados para as camadas bases e sub-bases dos pavimentos, assim como agregados na argamassa para a fabricação de novos blocos sem que estes sejam usados como função estrutural. Ressalta-se que a reutilização desses resíduos só acontece quando atende aos requisitos e procedimentos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que descrevem quais devem ser as características físicas e mecânicas necessárias para um determinado fim (BARROS, 2013).

A forma de promover o uso da reciclagem e do reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil é a reutilização, que reduz o uso dos recursos naturais, onde estes ficam menos escassos. Porém no mercado já existem ferramentas tecnológicas que ajudam a reciclar os produtos utilizados, durante o processo de instalação da obra, como é o caso da máquina medidora de argamassa (SILVA, 2014).

Várias ações têm sido adotadas para propagar a reciclagem, porém variam de estado para estado, pois cada obra apresenta seus recursos financeiros e suas tecnologias de forma distinta. Os recursos financeiros para as obras da construção civil contribuem para o processo de reciclagem, assim como diminuem a compra de materiais, sem necessidade. A questão da reutilização dos agregados da construção civil tem ligação com as inovações tecnológicas e seus domínios, porém estes devem respeitar o meio ambiente (TABILLE, 2017).

A reciclagem dos Resíduos Sólidos da Construção Civil está especificada nas normas da ABNT NBR 15115/04 e ABNT-NBR 15116/04, onde acontece o investimento de estudos voltados para a promoção dessas tecnologias, para a triagem dos resíduos e a verificação de suas propriedades físicas. Constam nas normas toda a verificação da adequação desses materiais e sua classificação (ABRELPE, 2015).

Nos últimos anos a construção civil passou a aperfeiçoar suas técnicas relacionadas ao desperdício de materiais, controlando e implantando novos sistemas de auto-gestão que controlassem a quantidade de resíduos gerados e diminuindo assim os impactos ambientais. A reciclagem dos Resíduos de Construção Civil (RCC) contribuiu para ampliação da chamada vida útil das construções (BAUER, 2012).

Todo esse processo de reaproveitamento passou a configurar novas práticas realizadas pela construção civil, incluindo novos métodos de edificações que buscam minimizar o uso indiscriminado dos recursos naturais e conseqüentemente diminuem a escassez dos materiais. Tal procedimento impactou na mão de obra que passou a ser mais qualificada e gerou novos produtos para reposição nas construções como é o caso do concreto reciclado (TAKAOKA, 2011).

O concreto reciclado é muito utilizado para a execução de aterros inertes, assim como na pavimentação, no cascalhamento de estradas, confecção de argamassa e preenchimento de valas. A elasticidade desse tipo de concreto é considerada superior se comparado com o do concreto tradicional (ABNT, 2007).

Existem duas formas de reciclar o concreto, porém esse processo funciona através da coleta de resíduos que não foi utilizado na construção, logo é necessário separar e aplicar o processo para cada tipo de entulho. Para o concreto que ainda não endureceu é utilizado aditivos que reduzem a hidratação na mistura e prolongam o tempo de insumos, existe outro método que feito por equipamentos que lavam o material com água separando o cimento das partículas gerando assim o agregado recuperado (TABILLE, 2017).

Para o concreto endurecido são utilizadas britadeiras que trituram a mistura seca, esse tipo de processo é realizado por empresas recicladoras ou nos canteiros de obras que possuem esse tipo de equipamento. Toda a trituração desses insumos resulta nos agregados reciclados e é normalizada pela ABNT NR 16116 que detalha a utilização dos concretos não estruturais. Esse tipo de ocorrência é devido à mistura dos agregados utilizados na reciclagem como água, cimento, concreto virgem e areia (SOUZA, 2016).

É necessário ressaltar que o concreto reciclado é muito utilizado nas camadas de base dos projetos de construção, isso porque o mesmo não possui especificações sobre sua aplicação. Porém para a execução de peças menores como calçadas ele é limitado, para alguns profissionais o mesmo pode implicar em danos estruturais quando não utilizado de maneira correta (BAUER, 2012).

3. O PROCESSO DE RECICLAGEM DO CONCRETO

O concreto é um dos principais materiais utilizados na construção civil, onde em grande parte das vezes é reciclado, sendo reaproveitado para outras finalidades. Cerca de 15% de todo o material entregue no canteiro de obras é desperdiçado por conta do processo de deficiência produtivo e ausência de qualificação de mão de obra. Porém grande parte desses resíduos pode ser reciclado, alguns resíduos contaminantes como é o caso do concreto com sulfato de cálcio, cloretos ou óleos podem trazer prejuízos ao processo de reciclagem (HELENE; ANDRADE, 2010).

O processo de reciclagem do concreto permite que sejam recuperadas características semelhantes ao produto original. A contribuição para o meio ambiente é significativa já que minimiza os impactos ambientais e contribui para economia e desgaste da matéria-prima. Nesse sentido grande parte dos resíduos da construção civil tem sido reaproveitados, para sanar problemas ambientais, econômicos e sociais (BASTOS, 2011).

O processo de reciclagem do concreto ocorre da seguinte forma, o concreto é primeiramente quebrado através de técnicas consideradas tradicionais para o processo de demolição, incluindo assim o uso de bolas de demolição explosivos e britadeira. Sendo ele reduzido em pedaços de contaminantes maiores como vidro, madeira, lixo e outros materiais da composição da construção civil. Assim que estiverem quebrados são levados para central de reciclagem em caminhões próprios para esse tipo de condução de material. Há no mercado máquinas que fazem o processo de reciclagem que são portáteis e geralmente trazidas para a área de demolição para fazerem a retirada do concreto ainda no local (LEITE, 2016).

É fundamental relatar que a demolição do concreto pode ser feita de forma manual, mecânica, onde há uma série de profissionais que são responsáveis por cada tipo de demolição de forma específica. Só no ramo do processo de demolição de concreto há mais de vinte alternativas a serem utilizadas, logo cita-se que a demolição sustentável passou a ser a mais utilizada pois o material é reaproveitado, valorizando as características existentes na composição (MEHT; MONTEIRO, 2008).

O segundo passo é o processo de trituração do concreto, que é feito logo após a remoção do local. O concreto é triturado por um equipamento com várias facas, onde o resulta-se em uma mistura parecida com areia, porém com grãos mais grossos, que serão utilizados no processo produtivo de um novo concreto. Essa etapa ocorre o processo de separação e classificação desse material, que onde são medidos e avaliados para ser reutilizado (BALLISTA, 2003).

O último processo é o de reutilização onde o concreto é misturado com um agregado de concreto virgem, água, cimento e areia para elaboração de um concreto fresco. Esse concreto reciclado é bastante utilizado como camada base para projetos construtivos, não há no mercado uma especificação que esse material pode ou não ser utilizado. O agregado de concreto reciclado é mais resistente que o agregado virgem e contribui para minimizar os custos empregados (BASTOS, 2011).

É necessário citar a reciclagem do concreto fresco com uso de equipamentos que separam a brita dos demais materiais, esse tipo de procedimento por sua vez é encaminhado para reutilização em tempo menor. Diferente do concreto endurecido esse tipo de concreto não possui fragmentos endurecidos, ou seja, não necessitam de britadeira podendo ser moídos, gerando agregados menores que podem ser incorporados no concreto novo (SILVA, 2012).

O concreto reciclado traz consigo uma série de indicação de uso. Trata-se de um material que é reaproveitado a partir de novos resultados. Não se pode fugir da regra de reciclar outros produtos da construção civil. Esse processo de reciclagem surgiu para garantir a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Já que a matéria-prima da construção civil é extraída do meio ambiente e transformada em material utilizado no canteiro de obra (ROÇA, 2014).

Há situações em que os resultados alcançados com o processo de reciclagem superam as expectativas dos resultados feitos com concreto tradicional. A utilização do concreto é viável desde que ele passe por um processo de trituração e separação correta, buscando assim a melhora do material. A reciclagem pode ser considerada como um dos métodos mais eficientes para redução de poluição ambiental nos grandes centros urbanos, melhorando assim a qualidade de vida da população e gerando vantagens econômicas para as indústrias da construção civil (PEDROZO, 2014).

No Brasil o processo de reciclagem de concreto já tem mais de quinze anos de desenvolvimento, porém apenas 30% desse entulho é transformado em concreto reciclado.

Grande parte desses materiais é empregada em terrenos como base de pavimento, o que faz com que se tenha a perda desses pavimentos de base. A reciclagem de concreto exige controle de qualidade restritivo que valoriza o material e seu reemprego no processo construtivo (ROÇA, 2014).

Logo Recena (2015) afirma o concreto reciclado possui uma ampla indicação de uso, por tratar de um material que é reaproveitado a partir de outros processos. Há na construção civil inúmeras de opções de reaproveitamento de materiais que necessitam de estudo e classificação correta, para serem reempregados nas construções levando em considerações os padrões de qualidade e as normativas de utilização.

4. AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO NAS OBRAS

O setor da construção civil passou por uma reestruturação nos últimos anos, principalmente relacionada à situação financeira e ao mercado consumidores cada vez mais exigentes. Nesse contexto os trabalhadores e seus empregadores começaram a compreender a importância da reciclagem dos resíduos, como forma de diminuir os gastos nas construções. Vários fatores foram determinantes para esse reparo, mas o principal é voltado para a racionalização e conscientização com o meio ambiente (MEHTA, 2008).

O desperdício de material gerado no processo produtivo chamou atenção não apenas do setor de construção, mas a da sociedade que refletiu sobre as etapas do ciclo da vida de uma construção. A extração da matéria-prima da natureza, o descarte ilegal e a falta de saneamento básico contribuíram para o surgimento de programas na área da construção civil, com foco na reciclagem dos materiais (BALLISTA, 2003).

O elevado volume de resíduos gerados pela indústria da construção civil retrata um agravamento nos problemas ambientais e do processo da construção tradicional que é adotada por grande parte dos países. Destaca-se que o desperdício da matéria-prima ocasiona uma série de problemas ambientais, assim como a irregularidade de sua destinação final (LEITE, 2016).

O reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil aumentou em grande escala, países da Europa, Canadá e Estados Unidos tem buscado alternativas para minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais de origem da geração de resíduos. Nesse contexto vários fatos foram surgindo como na União Europeia a taxa de reciclagem subiu para 80% e na Bélgica e na Holanda estão chegando aos 90%. Mais de 250,9 milhões de toneladas de lixo já foram reaproveitadas nas últimas décadas, o que minimizou a intensidade dos impactos ambientais (PEDROZO, 2014).

No Brasil existem usinas de reciclagem Resíduos da Construção Civil como nas cidades de São Paulo e Belo Horizonte, porém o desenvolvimento desse processo ainda é lento por falta de incentivo do governo e conscientização da própria população. Nesse contexto a iniciativa privada tem contribuído para o desenvolvimento dessa reciclagem, aplicando leis e programas que diminuem os impactos ambientais (ROÇA, 2014).

Em relação ao uso de potenciais para reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil, destaca-se o reaproveitamento do próprio canteiro de obras, assim como os subleitos, aterros de pavimentação, argamassa para o revestimento da alvenaria e os artefatos de concreto. Todo o processo de separação desses resíduos ocorre através de práticas de separação do material. O entulho, por exemplo, pode ser reaproveitado na própria obra, pois possui características semelhantes à areia e a brita que contribuem na construção

(RECENA, 2015).

A reciclagem de concreto pode ser definida como o processo de reaproveitamento da matéria-prima, ou seja, o reaproveitamento para outros fins. Todo esse processo pode ser artesanal ou industrial. A reciclagem gera economia na matéria-prima, gerando diminuição do gasto com energia e diminuindo a quantidade de lixo e minimizando a problemática relacionada aos aterros sanitários (SILVA, 2012).

Segundo Pedrozo (2014) a reciclagem também pode ser definida como o conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os resíduos, reutilizando-os no ciclo de produção que possam vir a sair. Os materiais que se tornaram lixo, ou foram jogados fora, devem ser separados, coletados e processados para que assim sejam utilizados como matéria-prima dentro da manufatura de novos produtos. Dessa forma reciclar um material e construir outro de forma sustentável.

Esse tipo de denominação de reciclagem surgiu na década de 1970, quando as pessoas começaram a compreender que o petróleo e outras matérias-primas não seriam mais renováveis, dessa forma as preocupações ambientais foram surgindo. Constatou-se que não havia outra maneira de extrair menos materiais do meio ambiente, além da economia de energia e do tratamento adequado do lixo, que até então não possuía nenhum valor, passando a ganhar destaque na área da construção civil na década seguinte (ROÇA, 2014).

Roça (2014) ressalta ainda que todo retorno da matéria ao ciclo de produção também pode ser denominado como reciclagem e que nos últimos anos as indústrias têm aproveitado o processo de reaproveitamento de material, para assim minimizar os impactos ambientais que ocasionam ao meio ambiente. Além do retorno financeiro, a imagem dessas organizações diante da sociedade ganhou ênfase.

É através da reciclagem que se podem utilizar os mais variados tipos de materiais como o concreto reciclado, transformando-os em outros, tendo como finalidade economizar matéria-prima e diminuir os impactos ambientais. O processo de reciclagem já passou por várias etapas, onde começa pela separação na fonte geradora, pois é preciso separar o material, se misturado com resíduos químicos, por exemplo, este pode perder seu valor de reaproveitamento (SILVA; FELIX; SANTOS, 2014).

Notou-se com o passar dos tempos que a reciclagem era a solução mais viável e ambientalmente correta para o processo de destinação do concreto. O crescimento populacional e o crescente consumo da população, ocasionaram nessa demanda e ficou complicado arrumar locais de armazenamento adequado, a solução foi a construção de alguns aterros sanitários para que assim fosse solucionado parcialmente o problema (SILVA, 2012).

Silva (2012) chama atenção para os problemas relacionados a conscientização da população, onde mesmo com todo o incentivo por parte do governo a falta de conhecimento e compreensão ocasionaram em uma constante luta. Apenas ações sociais não conseguem resolver o problema do descarte ilegal de lixo, há uma série de fatores que juntos contribuem para a propagação dessa questão que envolve o ser humano de maneira histórica.

O reaproveitamento de alguns materiais da construção civil para a reciclagem pode chegar perto de 90%, cita-se como exemplo o alumínio que quando derretido pode ser transformado em outro alumínio, sem que este perca a quantidade e reduz de forma significativa o consumo do mesmo. Materiais como o papelão, o papel e os derivados da madeira também podem ser reutilizados e se transformarem em materiais reciclados como é possível ver o processo do ciclo do papel, que vai desde o corte das árvores, passa pela produção do papel, chega ao consumidor e depois é descartado legalmente para que seja



reutilizado (RECENA, 2015).

Embora a reciclagem seja importante, ela ainda possui algumas limitações, a primeira delas é relacionada à sociedade onde mesmo possuindo uma grande eficiência na sociedade para realização de coletas ela ainda não é suficiente para diminuir os níveis de produção de entulhos nas construções. Essa problemática eleva-se por conta do consumismo que nos últimos anos tem aumentado a geração de rejeitos, dessa forma a reciclagem abacá por absorver essa questão (FRANÇA, 2004).

A reciclagem do concreto também enfrenta problemas ambientais gerados por ele, onde a má utilização das técnicas e procedimentos envolvidos para minimizar os impactos ambientais é efetuada de maneira inversa. A reciclagem de papel, é um desses exemplos, pois no processo de reciclagem esta gera uma lama ou lodo que são provenientes de produtos químicos, se descartados de maneira incorreta, geram danos ambientais (BASTOS, 2011).

Diante desse contexto é necessário incentivar a reciclagem, mas é preciso compreender que ela sozinha não conseguirá resolver os problemas ambientais gerados pela sociedade. Dessa forma a redução do consumismo e optar pela utilização de materiais que sejam mais duráveis, o reaproveitamento de determinados produtos antes mesmo de descartá-los pode ajudar a melhorar a qualidade de vida da população assim como aumentar a preservação ambiental (HELENE; ANDRADE, 2010).

Como vantagem a reutilização do concreto tem relação direta com a matéria-prima que poderia ser reutilizado para outros fins, o processo de reutilização gera uma economia para as empresas significativa além de colaborar para o desenvolvimento sustentável do mundo. Esse processo ocorre por conta do processo de fabricação que necessita de energia e de matéria-prima. Quando se desperdiça automaticamente inicia-se o processo de desperdício de energia que foi usada para a fabricação, sem contar que se o objeto não for descartado de forma correta também ocasiona danos ao meio ambiente (FRANÇA, 2004).

O processo de reciclagem do concreto passou a ser uma obrigação. O primeiro passo é a separação do lixo reciclável como plástico, metal, papel e vidro do lixo orgânico. Todo esse processo de reciclagem deve ser encaminhado para as cooperativas ou empresas responsáveis pela transformação desses produtos em matéria-prima e assim voltem ao ciclo da produção. Além de gerarem renda e emprego as pessoas que trabalham com a reciclagem, o meio ambiente agradece esse tipo de atitude que minimiza de maneira significativa os impactos na natureza (BASTOS, 2011).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou conceituar como o concreto reciclável pode contribuir para o desenvolvimento das obras da construção civil, apontando assim as vantagens significativas em relação aos demais resíduos e o fato do conhecimento de sua propriedade e material de origem ser compreendido com facilidade. A utilização desse material contribui para a redução de custos das obras e exploração dos transportes naturais e seus agregados contribuindo para a diminuição do grande número de resíduos jogados no meio ambiente.

A análise sobre os resíduos da construção civil foi citada, como forma de compreender o principal objetivo do plano que visa esclarecer os procedimentos corretos de destinação e manejo de todos os resíduos oriundos da construção civil. A reutilização dos resíduos também passou a ser um método utilizado para minimizar as problemáticas ligadas ao

elevado volume de resíduos gerado no canteiro de obras. Esse processo contribuiu para reaproveitar de forma sustentável os materiais que até então eram considerados descartados.

Por fim este trabalho buscou compreender as diretrizes, os critérios e os procedimentos da confecção de concreto através da reutilização dos resíduos sólidos na construção civil, onde se aborda as ações necessárias para tentar minimizar os impactos ambientais e gerar menos custos financeiros. Nesse contexto buscou-se compreender todos os agentes envolvidos na indústria da construção civil, que vai desde os geradores e transportadores desses resíduos que contribuem para a preparação do concreto. Os gerenciamentos corretos desses resíduos ocasionam benefícios para o meio ambiente viver em harmonia com a sociedade, além de proporcionar uma qualidade de vida melhor.

Referências

- ABRELPE. **Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015.
- ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem dos Resíduos da Construção. **Cartilha do curso de gestão integrada da construção civil e operação de usina de reciclagem de entulho**. 14. ed. São Paulo. 2017. 108 p. Disponível em: https://issuu.com/abrecon/docs/cartilha-curso14ed_abrecon__leitura. Acesso em: 29 de set. 2022.
- ARAÚJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. 2009. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BALLISTA, L. P. Z. **Avaliação de algumas propriedades de concretos estruturais com agregados graúdos reciclados modificados com látex estireno-butadieno**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2003.
- BARROS, Regina Mambeli. **Tratado Sobre Resíduos Sólidos: Gestão, Uso e Sustentabilidade**. 1ª Edição – 2013. Rio de Janeiro: Editora Interciência; Minas Gerais: Acta, 2013.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção de Construção I**. V.1. 5. Ed. Revisada. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- BASTOS, Paulo S. dos S. **Fundamentos do Concreto Armado. 88p. Universidade Estadual Paulista – UNESP**. Bauru, São Pulo, 2011.
- CARELI, E. D. **A Resolução CONAMA nº 307/2002 e as Novas Condições para Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição**. São Paulo, 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.
- FRANÇA, Esdras Poty de. **Tecnologia Básica do Concreto**. In: Apostila Curso Engenharia de Produção Civil. Disciplina materiais de construção. CEFET. Belo Horizonte. 2004. p. 7-13.
- FREITAS, J. C. de; **Normas técnicas para a elaboração de atividade de pesquisa: aplicação em Engenharia de Segurança do Trabalho**. Editora da UNOESC: Joaçaba (SC), 2016.
- GASPARETO, M. G. T. **Utilização de Resíduo de Construção Civil e Demolição (RCD) como Material não Plástico para a Produção de Tijolos Cerâmicos**. Artigo. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Presidente Prudente, SP. 2017.
- HELENE, P.; ANDRADE, T. **Concreto de cimento Portland**. Cap. 29. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto: IBRACON. 2010.
- LACÔRTE, P.M.R. **Aproveitamento de resíduos na construção civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte. 2013.
- LEITE, Ruana da Silva. **Concreto Reciclado: Da História Do Concreto A Inovação Da Reciclagem**. 2016. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ccts, Universidade Estadual da Paraíba, Aruana, 2016.
- MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e Materiais**. São Paulo: Editora Ibracon, 2008. p. 12-14, 121, 122.

- NASCIMENTO, F. A. T. Reutilização e reciclagem de resíduos sólidos gerados na construção civil. **Ciências exatas e tecnológicas**. Maceió, 2015.
- PEDROZO, GilneiDelavy. **Avaliação Do Uso De Agregado Miúdo Obtido Através Da Reciclagem De Entulhos Em Concreto De Cimento Portland**. 2014. 71p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul. Ijuí DCEENG/UNIJUÍ, 2014.
- RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portlan**. 1. ed. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2015.
- ROÇA, Gregorio Berto. **Análise das manifestações patológicas de uma edificação residencial - estudo de caso**. 2014. 63 p. Monografia (especialista) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2014.
- SILVA, V. P. **Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio: conforme ABNT NBR 15200:2012**. Ed. Blucher, 2012.
- 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, R. R. O. **Percepção Ambiental dos Moradores da Cidade de Muritiba/Bahia em Relação ao Gerenciamento dos Resíduos Sólidos**. 2015b. 55f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.
- 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.
- TABILLE, D. F. R. **Influência do uso de agregado reciclado nas propriedades do concreto**. TCC. Unijuí – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí). Ijuí, 2017.
- TAKAOKA, M. Prefácio. In: AGOPYAN, V.; JOHN, V. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2011.

3

UMA ANÁLISE DAS PRINCIPAIS CAUSAS DE PATOLOGIA DENTRO DAS EDIFICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

*AN ANALYSIS OF THE MAIN CAUSES OF PATHOLOGY
INSIDE CIVIL CONSTRUCTION BUILDINGS*

Francisco José Oliveira Sousa

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido diante do tema - Uma Análise Das Principais Causas de Patologia Dentro Das Edificações Da Construção Civil. No Brasil a grande exigência de velocidade nas edificações combinadas com os profissionais poucos qualificados e somado a baixa fiscalização e rigorosidade das normas leva muitas patologias nas obras brasileiras. Este trabalho tem como objetivo apresentar informações e especificações sobre o conceito de patologia nas construções, e definir os tipos de patologias das edificações, bem como aborda a sintomatologia e seus tratamentos mais adequados as patologias encontradas na construção civil. A pesquisa foi elaborada na forma de revisão da literatura exploratória, buscando decifrar o surgimento das patologias desde as falhas construtivas que levam até seu surgimento desde a fase do projeto até após a entrega da obra, como identificá-las no início de forma precoce ainda na construção assim como após a obra pronta, e trata-las de forma adequada visando evitar surgimento de novas patologias, ou sintomas da mesma já apresentada, um projeto bem desenvolvido com os cuidados e normatizações adequadas torna possível evitar e proteger as obras de tais incidentes.

Palavras-chave: Construção Civil, Patologias, Manutenção, Diagnóstico e Solução.

Abstract

The present work was developed on the theme - An Analysis of the Main Causes of Pathology Within Civil Construction Buildings. In Brazil, the great demand for speed in buildings combined with the few qualified professionals and added to the low inspection and strictness of the norms leads to a large number of pathologies in Brazilian works. This work aims to present information and specifications about the concept of pathology in constructions, and to define the types of pathologies in buildings, as well as addressing the symptoms and their most appropriate treatments for the pathologies found in civil construction. The research was carried out in the form of an exploratory literature review, seeking to decipher the emergence of pathologies from this to the constructive failures that lead to their emergence from the project phase until after the delivery of the work, how to identify them at the beginning of an early form still in the construction as well as after the work is finished, and treat them appropriately in order to avoid the appearance of new pathologies, or symptoms of the same already presented, a well-developed project with adequate care and regulations makes it possible to avoid and protect works from such incidents.

Keywords: Civil Construction, Pathologies, Maintenance, Diagnosis and Solution.

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica na engenharia civil, e das novas necessidades da construção entre eles a de uma maior agilidade na execução das obras, trouxe um declínio na qualidade das obras, ocasionando a aparição das patologias que são diretamente ligadas com a estrutura e a velocidade na qual a edificação foi executada, assim como a ausência de diagnóstico precoces das patologias.

A necessidade de urgência nas construções, levou a um caminho onde a qualidade de uma edificação não é prioridade sendo pouco considerado o diagnóstico precoce de patologia, o ato de se atentar com surgimento de sintomas iniciais de patologia são deixados de lado, mesmo nas fases iniciais do projeto. O ato de não se preocupar com sintomatologia das patologias pode encarecer o projeto levando a necessidade de correções tardias, e dependendo da gravidade da patologia, pode ser necessária a interdição da edificação.

Nesse contexto, é necessário se compreender a importância do estudo das patologias da construção, bem como os sintomas iniciais de uma patologia, onde insumos de baixa qualidade, ausência de mão de obra devidamente qualificada contribuem para uma maior incidência de patologias. É de extrema importância que um projeto tenha desde a fase inicial os devidos cuidados com o surgimento e sinais de patologias da construção.

Para se compreender a importância de diagnosticar as patologias nas edificações no processo evolutivo das obras da construção civil - Neste contexto é preciso primeiro ter ciência que para um projeto ter eficiência, não se trata apenas de velocidade de entrega, a qualidade da mão de obras e insumos influencia diretamente o tempo de vida útil de uma construção e o surgimento de sintomas patológicos na edificação, durante o projeto ou após sua entrega.

Para que uma edificação tenha uma vida útil longa com baixa necessidade de reformas ou reforços, é preciso entender o conceito de patologias na construção civil, definir quais os tipos de patologias na construção civil e principalmente abordar a sintomatologia e os métodos de resolução das patologias da construção civil, para que haja consistência no projeto evitando a necessidade de intervenções corretivas nas edificações.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O modelo de pesquisa realizado neste artigo 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: Ambrosio (2004), Antunes (2011), Piancastelli (2012). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “Construção Civil”, “Patologias”, “Manutenção”, “Diagnóstico e Solução”.

2.2 Resultados e Discussão

Com o passar dos anos, a engenharia civil aprimorou seus estudos sobre a forma de construir seus edifícios atendendo as necessidades e se adequando aos espaços permitidos. Em alguns casos a construção passou a apresentar problemas ligados à durabilidade



das construções, dando assim início ao surgimento das chamadas patologias construtivas (PIANCASTELLI, 2012).

Com a evolução da construção civil notou-se que as construções não seriam para sempre, tendo uma vida útil na qual dependo das situações a qual foi exposto a edificação reduziria drasticamente sua vida útil. A partir da década de 1980 a no cenário internacional passou a ter alta relevância a durabilidade da construção pela ISO 6241- *Performance standards in building –principlesw for their preparation and factors to be considered* (ISOI, 1984), onde pode ser considerada um marco na construção civil, sendo esta norma responsável por oficialmente apresentar que uma edificação não e eterna, relacionando a interação do meio ambiente com a edificação, com seu uso e a necessidade de manutenção (BOLINA, TUTIKIAN, HELENE, 2019).

Os problemas patológicos da construção civil podem ter grande ou pequena intensidade, variam de acordo com suas aparições, formas e manifestações estruturais. Esses problemas podem surgir de formas mais simples, ou seja, quando reparos e diagnósticos evidentes contribuem para solucioná-los ou exigirem uma análise mais detalhada, que ocorre de modo individual (OLIVEIRA, 2013).

A forma como essas patologias aparecem nas edificações são na maior parte das vezes caracterizadas por infiltrações, fissuras, corrosão da armadura, deslocamento e entre outros. Para que se compreendam essas patologias é fundamental que se busque a origem do problema, assim se faz uma relação sobre a causa e o efeito da ocorrência. Todos os problemas patológicos têm origem em alguma falha ou erro cometido ainda no projeto em pelo menos uma das fases de elaboração (ANTUNES, 2011).

O efeito desses defeitos futuros pode começar na etapa do planejamento, na fabricação de materiais, na execução ou até mesmo no uso da matéria-prima. Para que a construção tenha uma durabilidade maior é necessário um conjunto de ações e procedimentos que devem ter adoção ainda na fase preliminar do projeto, onde é fundamental que sejam levados em consideração o desempenho satisfatório da vida útil da construção assim como os parâmetros que definem a qualidade da produção e sua durabilidade (BAUER, 2001).

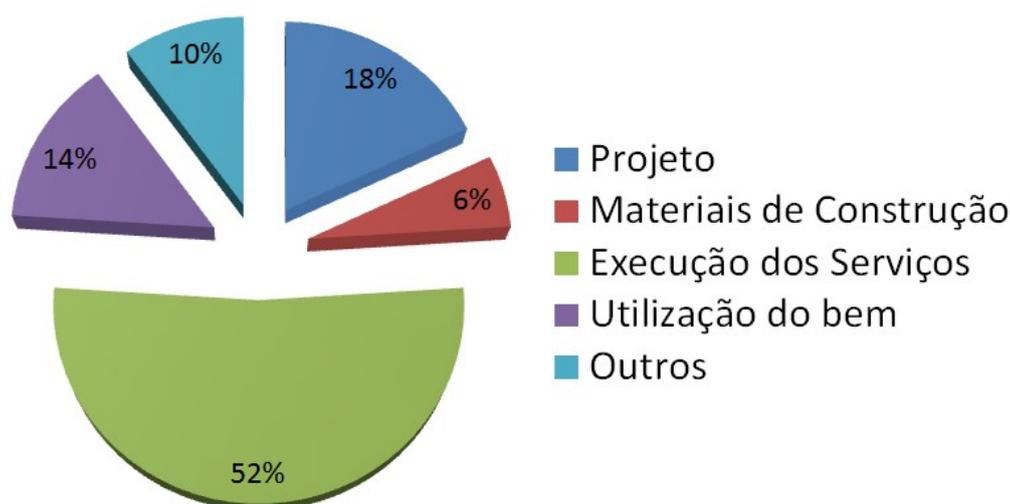


Gráfico 1 – As principais causas de patologias na Construção Civil

Fonte: Oliveira (2013)

Para Oliveira (2013), a ocorrência dessas patologias tem sua origem motivada por falhas que ocorrem dentro do sistema construtivo há décadas, tratam-se de atividades ine-

rentes e projetos genéricos que fazem parte da construção civil. Ressalta-se que os processos patológicos podem ser divididos em três etapas básicas que são: a concepção, a execução e a utilização. No gráfico 1 é possível compreender a porcentagem das principais causas de patologias que ocorrem na construção civil.

No gráfico acima é possível compreender como funciona a distribuição das patologias da construção civil, onde essas passaram a ocasionar danos financeiros, atrasos nos cronogramas da entrega das obras e principalmente comprometimento predial. Para Correia (2013), esse contexto passou a ser fundamental estudar os principais tipos de patologias construtivas, como forma de minimizar a ocorrência e a ausência de soluções rápidas.

Uma das patologias mais comuns são os danos causados pela umidade, que ocorrem por conta da penetração de água ou por conta da formação de manchas de umidade, essas podendo ter suas origens desde vazamentos da instalação hidráulica, a casos mais complexos como falha ou falta de impermeabilização em lajes ou fundações, esse tipo patologia ocasiona uma série de danos e prejuízos às construções, isso porque também afetam a saúde dos moradores além dos prejuízos ligados aos equipamentos danificados (OUZA; RIPPER, 2001).

As fissuras também são comuns nas construções, perdendo apenas para a umidade, isso porque as infiltrações são causas comuns de patologias. Essas fissuras em sua grande maioria são ocasionadas por conta da movimentação errônea dos materiais e componentes das construções de forma geral onde a tendência é se acomodarem por conta das vibrações que ocorrem em áreas específicas, geradas por ações da carga excessiva sobre aquele componente construtivo, variação de umidade ou retração hidráulica caso não haja tempo de cura adequado. Essas fissuras são classificadas de acordo com a profundidade e por sua espessura, onde essas são caracterizadas por aberturas estreitas e alongadas na superfície de um material, podendo ser de gravidade menor ou até mesmo superficial (HELENE, 2003).

É necessário ressaltar que essas rachaduras que aparecem nas paredes geralmente têm seu início como fissuras, por isso a importância de observar o desenvolvimento em curto prazo. As trincas por outro lado costumam ser mais acentuadas e profundas. O fator determinante para saber como funciona a abertura dessas trincas é a separação dos lados, ou seja, a forma de divisão das fissuras (PIANCASTELLI, 2012).

O deslocamento de rebocos e pisos também pode ocasionar danos as edificações, esse tipo de patologia é caracterizado pela perda das placas cerâmicas dos substratos ou argamassa que ultrapassam a aderência das ligações. Os sintomas dessas patologias são as ocorrências de cava nas placas de cerâmica e o estufamento no acabamento das camadas (BAUER, 2001).

As patologias de revestimento mais comum são os descolamentos e gretamento. Os descolamentos têm sua caracterização formada por conta da ausência de aderência das placas de cerâmica do substrato (ou da argamassa). Já o gretamento é uma patologia caracterizada por uma sequência de aberturas, que fica localizada nas superfícies, em alguns casos contribuem para a expansão da umidade e podem gerar dilatação no esmalte (MACHADO, 2002).

Os recalques estruturais são caracterizados pelo rebaixamento das edificações devidos o adensamento do solo por conta de sua fundação. É considerada como uma das principais patologias que geram trincas e rachaduras, principalmente quando o recalque ocorre de modo diferencial, ou seja, uma parte fica mais rebaixada que a outra podendo ocasionar sérios danos a construção, ou até mesmo sua inutilização permanente (ANTUNES, 2011).

As possíveis soluções para esse tipo de patologia são simples e fáceis de resolver. Isso

porque o levantamento de informações sobre as obras contribui para o diagnóstico precoce, a definição da patologia e a solução do problema de modo rápido e prático. Esse processo de prognóstico contribui para tratar futuros problemas e é uma alternativa bastante comum para sanar problemas ligados a etapas construtivas (AMBROSIO, 2004).

Exames de vistoria dentro do canteiro de obras são necessários para dar o diagnóstico preciso de futuras patologias. Esses exames podem vir acompanhados de equipamentos ou podem ser mais complexos em casos de paralisação do andamento das obras. Esse procedimento é visto como fundamental dentro das edificações, visto que existem situações em que mesmo com tecnologias avançadas é praticamente impossível resolver o problema.

3. CONCLUSÃO

Na história da humanidade, a construção civil teve seu início com o intuito de proteger os povos de ataques de animais e de outros povos, levando tempos longos para serem construídas as grandes muralhas de cidades fortificadas, bem como um tempo longo de obtenção dos insumos e devido à falta de tecnologia, e uma quantidade massiva de mãos de obra nos longos anos de construção, após os séculos desde os povos primitivos, aos da idade média e moderna trouxeram grandes avanços na construção civil, porém na idade pós moderna, nasceu a necessidade crescente de edificações para serem entregues cada vez mais rápidas e para uso imediato, trazendo o aumento da frequência surgimento das conhecidas patologias estruturais que se tornam a cada dia mais comuns.

As patologias são uma das maiores preocupações na construção civil, desde obras de pequeno a obras de grandes portes, trazem um grande prejuízo aos projetos com a necessidades de atividades manutenção e remediação das patologias que surgem ao decorrer do tempo de utilização da edificação, desde patologias mais simples como uma infiltração por uma má impermeabilização das lajes, bem como a patologias mais graves que podem leva até um acidente como o descolamento de placas cerâmicas, podendo este levar a ocorrência dos casos extremos onde toda uma fachada se descola, assim percebe-se que a necessidade do diagnóstico prévio das patologias e evitando a negligenciação da sintomatologia das patologias.

Neste artigo, tratamos de dar ênfase aos tipos de patologias e sua sintomatologia, assim podemos assumir que adotar medidas onde a sintomatologia é uma das bases de um projeto, levando então a um cenário onde o gasto com reparos e manutenções são reduzidos como citados anteriormente, ao serem analisados e identificados os sintomas de uma determinada patologia podemos então tratá-la muito antes de seu agravamento podendo evitar acidentes e riscos futuros a obra.

Um projeto bem-sucedido deve apresentar uma vida útil longa sem a necessidade de contramedidas ou manutenções profundas, para este estado ser alcançado concluímos que a necessidade de um projeto bem elaborado, cotado com insumos de boa qualidade e bem como uma mão de obra qualificada, assim fazendo com que todos os processos ocorridos durante a implantação dos projetos, serão entregues com máximo de cuidado e de qualidade. Assim evitando o surgimento de patologias com uma alta frequência tornando os gastos com remediações e correções baixos ou nulos, barateando o preço de manutenção da edificação.

Entretanto, em nossa realidade atual, principalmente em algumas regiões menos favorecidas, traz as consequências como a baixa qualificação da população, onde conse-

quentemente a falta de qualificações dos operários da construção civil, bem como em uma região menos favorecida contará com materiais de qualidade duvidosa influenciando negativamente a qualidade de implantação do projeto, diante deste cenário é extremamente necessário que a atenção voltada a identificação do surgimento de patologia logo em seus primeiros sintomas, principalmente na fase de execução se torna altamente eficaz para evitar situações de interversões de grande porte futuramente.

Sendo baseado no método de revisão biográfica este artigo buscou apresentar a situação atual da construção civil em relação às patologias, como elas afetam uma edificação, bem como seu agravamento e surgimentos de novas patologias em decorrência de uma já preexistente, podendo ser evitado ao se fazer um diagnóstico prévio, desde a fase de execução ou nos primeiros sintomas quando a edificação já se encontrar em uso, assim como buscamos abordar e definir quais as principais patologias que afetam a construção civil.

Assim, neste cenário, temos que um melhor monitoramento das fases iniciais do projeto, a contratação de mão de obra qualificada, ou a qualificação da mesma pela instituição responsável por implantar o projeto auxiliam em um dos pilares, que trazem o surgimento das patologias. Localizar e contratar fornecedores de confiança que lidam com insumos de boa qualidade que, por sua vez, trazem uma maior segurança e longevidade a vida útil de uma edificação, assim como o cuidado com os primeiros sinais de patologias em uma edificação mesmo que já em uso devem ser tratadas com todo cuidado, sendo analisadas por um profissional qualificado que indicará a melhor forma de tratar aquela patologia bem como se ela não é derivada de alguma outra patologia oculta na edificação.

Referências

- AMBROSIO, Thais da Silva. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004. 128 p.
- ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**. 2011. 263 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, SC, 2011.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. Rio de Janeiro, Editora LTC, V. 1e 2, 2001.
- BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. Oficina de Textos, 2019.
- CORREIA, Marcelo. **Manifestações patológicas na construção - Implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva em estruturas de concreto armado**. Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR. João Pessoa, 2013.
- HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241: performance standards in building: principles for their preparation and factors to be considered**. Geneve, 1984.
- MACHADO, Ari de Paula. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002. 271p.
- OLIVEIRA, Daniel F. **O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil**. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.
- OUZA, V. C. M. RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Editora Pini, 2001.
- PIANCASTELLI, Élvio Mosci. **Patologia e terapia das estruturas: origem das enfermidades**. 1997. 160p. Apostila para Curso de Extensão. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1997.

4

ESTUDO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA UMIDADE ASCENDENTE NAS EDIFICAÇÕES

*STUDY OF THE PATHOLOGICAL MANIFESTATION RISING
DAMP IN BUILDINGS*

Carla Gabrielle Melo Ribeiro

Resumo

Com o crescimento acelerado do mercado imobiliário no Brasil, a alvenaria simples é o material mais utilizado nas construções de edificações de pequeno e grande porte. Apesar da evolução constante na construção civil, ainda há desinformação e falta de estudos válidos que são necessários para garantir a proteção da estrutura. Os problemas mais frequentes encontrados nas edificações, são causados por patologias resultantes da inexistência de impermeabilização na primeira etapa da construção e do tratamento inadequado do solo, uma vez que, a estrutura está propícia a sofrer danos futuros com o surgimento da ascensão da água, na qual a umidade presente no solo circula entre os poros dos insumos utilizados. O presente trabalho tem como objetivo compreender as consequências da umidade ascendente, disseminar conhecimentos sobre a origem e propor procedimentos normativos de correção para evitar danos a estrutura. A metodologia utilizada será baseada em referências bibliográficas através de um levantamento extraído da literatura qualitativa e descritiva, onde será realizada consulta a livros, dissertações e artigos científicos. Conclui-se que este estudo favorece a importância de se buscar maior durabilidade das edificações, garantindo o cumprimento da vida útil prevista do patrimônio.

Palavras-chave: Capilaridade, Alvenaria, Patologia, Tratamento, Impermeabilização.

Abstract

With the accelerated growth of the real estate market in Brazil, simple masonry is the most used material in the construction of small and large buildings. Despite the constant evolution in civil construction, there is still misinformation and lack of valid studies that are necessary to guarantee the protection of the structure. The most frequent problems found in buildings are caused by pathologies resulting from the lack of waterproofing in the first stage of construction and inadequate treatment of the soil, since the structure is prone to suffer future damage with the appearance of rising water, in the which moisture present in the soil circulates between the pores of the inputs used. The present work aims to understand the consequences of rising damp, disseminate knowledge about its origin and propose normative correction procedures to avoid damage to the structure. The methodology used will be based on bibliographical references through a survey extracted from the qualitative and descriptive literature, where books, dissertations and scientific articles will be consulted. It is concluded that this study favors the importance of seeking greater durability of buildings, ensuring compliance with the expected useful life of the heritage.

Keywords: Capillarity, Masonry, Pathology, Treatment, Waterproofing.



1. INTRODUÇÃO

O constante avanço tecnológico na construção civil durante os anos, desencadeou um crescimento significativo na formação de edificações visando beneficiar o setor econômico na contínua geração de empregos pelas construtoras, no favorecimento ao faturamento na grande procura ao setor imobiliário, no lucro das vendas dos materiais necessários para as construções com um desenvolvimento significativo focado na tecnologia aplicada nas edificações com diversas opções que podem agilizar a execução das obras, modernizar os projetos e melhorar a qualidade de vida útil dos materiais.

Neste contexto, com a expansão do desenvolvimento econômico, houve uma grande necessidade na construção civil de projetar edificações com uma rápida execução gerando poucas exigências no controle de materiais com uma grande defasagem na mão de obra qualificada e colaboradores com experiências a que se destina uma edificação causando prejuízos nas construções de pequeno e grande porte.

Apesar do bom lucro nessa categoria, surgem os problemas das manifestações patológicas decorrentes da má qualidade nos materiais utilizados, da falta de mão de obra especializada e do desconhecimento científico em processos de execução das estruturas, que impactam na vida útil da edificação, identificadas por profissionais habilitados nos resultados dos laudos de reparos e manutenções da habitação.

A umidade ascendente por capilaridade da água tornou-se uma manifestação patológica significativa nas construções. Essas aparições resultam em impactos que são comuns em imóveis que, por sua vez, contribuem para a depreciação do seu valor, além de degenerar a estrutura e o revestimento da edificação. Deste modo, quais as possíveis origens da umidade ascendente e sua importância de tratamento para a construção civil?

O objetivo geral buscou estudar as consequências da manifestação patológica umidade ascendente nas edificações e seu tratamento. Em sequência, os objetivos específicos buscaram compreender os estudos bibliográficos sobre a capilaridade da água, descrever a origem da umidade ascendente na estrutura e abordar soluções eficientes para o tratamento da manifestação patológica.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia aplicada no presente artigo foi caracterizada através de uma revisão de literatura baseada em uma abordagem qualitativa de pesquisas bibliográficas de caráter descritivo, na qual foi desenvolvida de acordo com pesquisas realizadas a livros, dissertações, sites recomendados e artigos científicos com informações dos problemas decorrentes da umidade e suas soluções. Os principais autores pesquisados: Souza (2008), Righi (2009), Suplicy (2012). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos quinze anos. As palavras chaves que foram utilizadas nas pesquisas: “Capilaridade”, “Alvenaria”, “Patologia”, “Tratamento” e “Impermeabilização”.

2.2 Resultados e discussão

2.2.1 Características comuns da umidade ascendente na construção

Na construção civil, os casos mais comuns de patologias são decorrentes da infiltração da água. Esses defeitos ocasionam prejuízos de caráter funcional nas edificações, danos de pequena ou grande intensidade a saúde dos moradores, desconforto no ambiente de moradia e dificuldade de soluções afetando a durabilidade de equipamentos e móveis (SOUZA, 2008).

A capilaridade ocorre pela infiltração da água, no qual é transitável pela porosidade dos materiais através da tensão de forma superficial. Deste modo, a presença da umidade pode ser visualizada com um alcance de 70 a 80 centímetros de altura (DANTE, 2006).

A forma como a umidade e água são evidentes nas edificações, caracterizam-se não só pela visualização de manchas com a coloração diferenciada a ser observada com a presença de água ou apenas frias e com fungos nas paredes, como a diminuição da resistência e dissolução dos materiais, tornando-se fatores de extrema gravidade para a degradação da estrutura, além da negatividade do contato da infiltração com os materiais (SUPLICY, 2012).

Segundo Pilling (2014), a capilaridade tem como característica a capacidade de um fluído subir ou descer em tubos finos, esta ação pode fazer com que este fluído flua contra a força da gravidade. Se o tubo for fino o suficiente pode ocorrer à combinação de tensão superficial, causada pela coesão entre as moléculas do líquido, com a de adesão do líquido à superfície desse material, podendo fazer com que o líquido suba por ele.

A umidade por capilaridade caracteriza-se pela ascensão da água de forma vertical do solo úmido. Originando-se nas fundações, baldrame e na alvenaria da edificação através das condições do solo umedecido, infiltrações decorrentes na falha de instalação do sistema de água e esgoto, além de materiais que a água percorrerá para progredir ao interior da edificação (SOUZA, 2008).

A origem dos danos causados pelo vazamento hidráulico ou da rede de esgoto, se faz necessário um estudo mais complexo, visto que, na construção de alvenaria convencional esses sistemas são cobertos pela edificação, tornando-se dificultoso o desempenho da estrutura (VERÇOZA, 1991).

Para Pozzobon (2007), a capilaridade ocorre através dos poros dos materiais, pela ação da tensão superficial, onde a situação mais característica é a presença de umidade do solo que se eleva internamente nos materiais, em geral 70 a 80 cm. Na Figura 1 é possível visualizar como ocorre esse fenômeno na edificação.

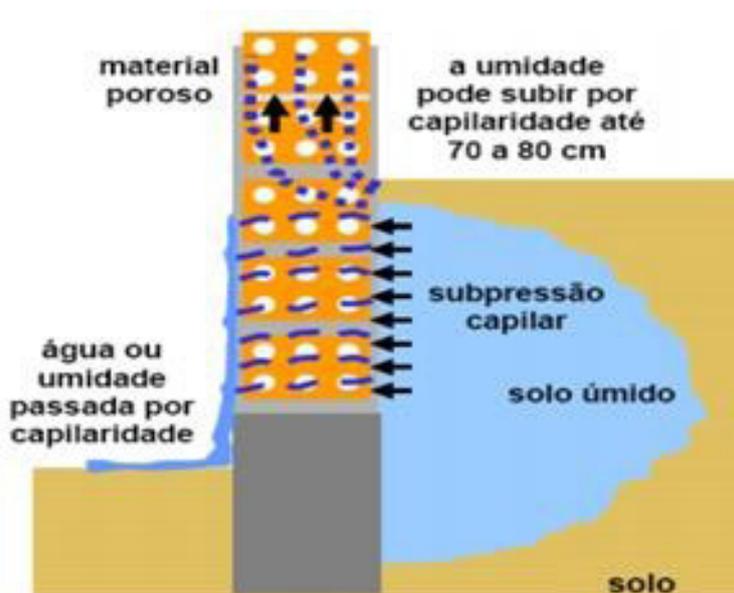


Figura 1 – Capilaridade

Fonte: Pozzobon (2009)

De acordo com Fronza (2019), a umidade contida no solo poderá possuir uma pressão com a capacidade de romper a tensão superficial da água. Com isso, se houver uma estrutura porosa em contato com essa água presente no subsolo, a mesma percola pela estrutura através da capilaridade e permeabilidade até obter um equilíbrio. Quanto mais próxima for do lençol freático, maior será a pressão.

2.2.2 Fatores que influenciam a origem da umidade ascendente

A umidade desencadeia uma série de fatores negativos para a edificação, não sendo uma única causa para o aparecimento de patologias, gerando meios necessários para que a maioria das patologias ocorra em uma construção. Esse fator é essencial para o surgimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de danos estruturais (VERÇOZA, 1991).

A aparência da umidade já é um problema antigo, o que causa uma preocupação diante dos problemas comuns que surgem nas moradias, deixando os moradores com um desconforto na sua habitação, além de comprometer a estrutura e a durabilidade da edificação. Diante desses motivos, é necessário que seja identificado as causas do surgimento desses problemas para ser evitado e tratado essas manifestações patológicas (BAUER-MANN, 2018).

De acordo com Souza (2008), a chuva é o agente mais comum para gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros).

As alvenarias que recebem uma maior incidência solar e abertura para ventilação, são propícias a um fator de evaporação da água maior do que as paredes internas de uma edificação, que são expostas aos lençóis freáticos e não recebem a prevenção adequada, como impermeabilizantes, atingindo uma maior altura de umidade devido ao ambiente fechado e sem a ventilação necessária (SANTOS, 2012).

Quando a umidade ascendente tem como origem precipitações provenientes da

chuva, as áreas externas estão mais expostas a ação da umidade e com isso tem uma altura maior de incidência em relação a manifestação patológica nas paredes internas da habitação (GOULART, 2018).

2.2.3 Métodos de prevenção contra ações da água na estrutura

A ação mais comum e prolongada da umidade na alvenaria é derivada da absorção da umidade da água presente no solo por meio da fundação e pavimentos. As possíveis soluções para essa manifestação patológica, se faz necessário o uso de impermeabilizantes e materiais adequados ainda na fase de execução da fundação, além de uma técnica construtiva eficiente para diminuir o contato da água no solo com a alvenaria (SALOMÃO, 2012).

De acordo com Righi (2009), a ausência de impermeabilização na execução inicial na construção de edificações é um dos principais fatores que geram danos a estrutura. Como forma de prevenir os problemas causados pela umidade, podem ser realizados trabalhos de impermeabilização na fase inicial das fundações diretas, utilizando argamassas poliméricas (rígidos) e as emulsões asfálticas (flexíveis).

Para Verçoza (1991), os contrapisos em contato com o solo devem ser impermeabilizados. Quando não ocorre esse tipo de prevenção, há perigo de apodrecimento dos revestimentos de piso de madeira, carpetes, desagregar a argamassa de assentamento de ladrilhos, umidade dentro da peça etc.

Na etapa de construção de baldrame e radiers, se faz necessário a aplicação da membrana asfáltica, no qual é derivada da dispersão de asfalto em água por intermédio de emulsificantes com propriedades impermeabilizantes. Seu principal objetivo é evitar transtornos futuros com a umidade, principalmente em solos que não receberam dreno adequado. Este tipo de impermeabilização pode ser aplicado em forma de pintura com auxílio de trincha, escova ou rolo, exigindo um controle adequado da quantidade de produto aplicado não ultrapassando sua espessura (RIGHI, 2009).

No caso de edificações já construídas, torna-se inviável a demolição total da área afetada para ser contido a umidade ascendente, haja vista os altos custos. Nos casos de edificações com alvenaria de tijolos furados, o reparo é feito com a aplicação da argamassa polimérica, composta por cimento aditivado especial e resinas poliméricas, com propriedades que resiste a pressões positivas e negativas permitindo baixas movimentações na estrutura impermeabilizando através de uma proteção de polímeros gerada pelo produto impedindo a infiltração do líquido (RIGHI, 2009).

Todas as técnicas de tratamento devem ser aplicadas com a observação de um profissional legal, além da necessidade da utilização de materiais eficientes e mão de obra qualificada, para que os serviços de reparo ao curto e longo prazo, tenha um bom desempenho na estrutura durante sua vida útil. Processos contínuos de manutenção são importantes durante a permanência dos moradores na residência, de forma a manter o ambiente em condições adequadas de habitação.

3. CONCLUSÃO

Os problemas referentes a umidade podem surgir em todas as fases da edificação, causando vários tipos de patologia na estrutura. A transferência da água presente no solo até a alvenaria, denominada capilaridade, é uma das principais fontes de degradação dos



materiais e da estrutura, com variações na identificação do problema que resulta em estudos mais simples ou com maior complexidade depois que a obra foi executada, uma vez que, o surgimento dessas patologias em uma edificação exige diagnósticos com diferentes estágios de complicação para cada caso.

Toda edificação tem a possibilidade de apresentar patologias decorrentes da mão de obra sem qualificação ou ausência de possíveis materiais eficazes para a proteção desde a fundação até a construção da alvenaria. Sendo assim, é necessário analisar de forma detalhada suas origens com o desenvolvimento de técnicas de melhorias dando importância ao uso de materiais adequados, visando o maior controle possível para evitar o desgaste da estrutura e os gastos elevados em recuperação e manutenções. Somente após o diagnóstico apropriado para essas manifestações patológicas, é possível atuar contra os efeitos com eficiência.

No estudo apresentado neste trabalho através da revisão bibliográfica, as possíveis origens mais frequentes da umidade ascensional evidenciadas na construção civil, são decorrentes do acúmulo de água em contato com o solo, falta de especificação técnica com a inexistência de um sistema de impermeabilização adequado, além da falha na execução do projeto, predominando uma crítica desinformação dos profissionais envolvidos com a obra, ocasionando danos agravantes como um grande desconforto e riscos a saúde que são perceptíveis por moradores ao longo da estadia na habitação.

Diante do exposto, é possível citar como limitação neste estudo a escassez na composição científica e técnica nesta área. Em concordância com o que foi extraído no estudo bibliográfico os objetivos propostos foram alcançados. Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se estudos com instruções técnicas adequadas para a prevenção da umidade na edificação, bem como a utilização de materiais adequados para cada caso específico.

Conclui-se que para minimizar o problema gerado pela alta concentração de umidade ascendente em alvenarias, é necessário realizar o diagnóstico feito por um profissional da área com conhecimento técnico para designar as melhores medidas de prevenção de forma a executar os serviços de correção com sistemas impermeabilizantes aplicados com propriedades que evitem a ascensão da água. É fundamental que esta etapa construtiva seja planejada e supervisionada pelos profissionais habilitados na fase inicial da obra e o processo de manutenção da impermeabilização tenha acompanhamento pelo usuário final da moradia, garantindo que a estrutura não sofra danos com o passar do tempo. A não realização desta etapa de manutenção caracteriza-se em uma falha no desempenho do patrimônio e patologias poderão manifestar-se.

Referências

- BAUERMANN, Cristiano. **Patologias provocadas por umidade em edificações**, 2018. 50f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Goiás, 2018.
- DANTE, J. G. **Impermeabilização em obras de engenharia civil**. 2006. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso – União Dinâmica de Faculdades Cataratas, Foz do Iguaçu, 2006.
- FRONZA, Marina Puhl. **Análise e tratamento de patologias causadas pela umidade em edificações residenciais térreas, devido à falha ou ausência de impermeabilização**. 2019. 68f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2019.
- GOULART, Cassiano Patricio. **Umidade ascendente em paredes de alvenaria de vedação: pesquisa e identificação da área afetada em pesquisa de campo**. 2018. 59f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.
- PILLING, Sergio. **PARTE A–Capítulo 5 Fluidos. Introdução a hidrostática e hidrodinâmica**. 28f. 2014.

POZZOBON, Cristina Eliza. **Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II.** 2007.

RIGHI, Geovane Venturini et al. **ESTUDO DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES ANÁLISE DE CASOS**, 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SALOMÃO, Maria Cláudia de Freitas et al. **Estudo da umidade ascendente em painéis de alvenaria de blocos cerâmicos.** 2012. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SANTOS, Pedro Miguel Valentim Dos. **Levantamento, diagnóstico e reabilitação de patologia em edifícios residenciais na região de Viseu.** 2012. 179f. Tese de Doutorado - Instituto Politécnico de Viseu, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Portugal, 2012.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**, 2008. 64f. Monografia (Especialização em Construção Civil: Avaliações e Perícias) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SUPLICY, George Felix Da Silva. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2012. 70f. Trabalho de conclusão de curso – Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre: Sagra, 1991.



5

PLANO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO: UM ESTUDO SOBRE AS MEDIDAS PREVENTIVAS EM EDIFICAÇÕES

*PREVENTION AND FIRE FIGHTING PLAN: A STUDY ON
PREVENTIVE MEASURES IN BUILDINGS*

Rayara Sousa Santos

Resumo

O risco de incêndios ocasionando perdas materiais e danos a vida humana tornou-se uma das principais preocupações para o processo de evolução da construção civil. Os meios de construção passaram a elaborar projetos de proteção contra incêndios sendo esses essenciais para possíveis ocorrências. Em situações de incêndio essas medidas protetivas como alarmes de incêndio e sprinklers passaram a garantir a segurança das edificações evitando assim possíveis danos irreversíveis. A ocorrência de incêndio nas edificações não pode ser descartada, por isso a importância de métodos preventivos que poupem não apenas o patrimônio, mas a vida humana que ali habita. A inserção do Plano de Prevenção Contra Incêndio tem como principal objetivo proteger as vidas dos ocupantes das edificações através de ações que evitam que o fogo se propague, reduzindo assim maiores danos materiais e possíveis desastres. Trata-se de um plano obrigatório, que é exigido pelos órgãos públicos sendo este exigido nas edificações ainda em processo de construção ou em reforma. O objetivo geral deste estudo buscou identificar as principais medidas preventivas para o combate a incêndios nas edificações. Para a elaboração do trabalho foi utilizada a metodologia da revisão de literaturas de caráter qualitativo e descritivo com pesquisas, levantamentos bibliográficos em livros, sites escritos por autores renomados nos últimos anos e análises críticas do conteúdo acadêmico e científico publicado. Conclui-se, portanto que o objetivo deste estudo foi atingido através da compreensão sobre a importância do Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI) nas edificações. Dando assim ênfase ao entendimento sobre as ocorrências de incêndios e as principais medidas preventivo a serem inseridas nas edificações.

Palavras-chave: Plano de Prevenção e Combate a incêndios. Incêndio. Segurança. Edificações. Prevenção.

Abstract

The risk of fires causing material losses and damage to human life has become one of the main concerns for the evolution process of lair construction. The means of construction began to develop fire protection projects, which are essential for possible occurrences. In fire situations, these protective measures such as fire alarms and sprinklers began to guarantee the safety of buildings, thus avoiding possible irreversible damage. The occurrence of fire in buildings cannot be ruled out, hence the importance of preventive methods that save not only the property, but the human life that lives there. The main objective of the insertion of the Fire Prevention Plan is to protect the lives of the occupants of the buildings through actions that prevent the fire from spreading, thus reducing further material damage and possible disasters. This is a mandatory plan, which is required by public bodies, which is required in buildings still under construction or under renovation. The general objective of this study sought to identify the main preventive measures for fighting fires in buildings. For the elaboration of the work, the methodology of literature review of a qualitative and descriptive nature was used with research, bibliographical surveys in books, websites written by renowned authors in recent years and critical analyzes of the academic and scientific content published. It is concluded, therefore, that the objective of this study was achieved through understanding the importance of the Fire Prevention Plan (PPCI) in buildings. Thus, emphasizing the understanding of fire occurrences and the main preventive measures to be inserted in buildings.

Keywords: Fire Prevention and Fighting Plan. Fire. Safety. Buildings. Prevention.



1. INTRODUÇÃO

Por conta do elevado crescimento industrial e o processo desenfreado de concentração de pessoas nas zonas urbanas o número de ocorrências de incêndios aumentou de forma gradativa e conseqüentemente foram surgindo novas normas e medidas de segurança. Mesmo o fogo sendo de grande importância para o desenvolvimento da espécie humana, o mesmo é uma arma com força destrutiva e letal.

Os incêndios são fenômenos que possuem influência por possuir inúmeros parâmetros, alguns são considerados aleatórios, o que faz com que cada um seja considerado único. Nesse sentido é fundamental que sejam feitos estudos através de ensaios experimentais com equipamentos de instalação para detectar suas causas. A adoção desse tipo de medidas é fundamental para minimizar possíveis impactos irreparáveis.

Nas edificações a ocorrência de incêndios tem ligação direta com as falhas construtivas, sendo também denominadas por “carga de fogo” que ocorre nos compartimentos dos prédios. Os riscos de ocorrência dessa carga podem ser classificados como baixos ou médios, dependendo muito do tipo de construção, do período do prédio, dos componentes de construção e da ausência de medidas preventivas adequadas.

Em território brasileiro a ausência de infraestrutura para acompanhar o desenvolvimento de melhorias nas regulamentações, fiscalização, equipamentos e formações de profissionais é o principal problema em relação às ocorrências de incêndio. Todas as normas relacionadas à prevenção e ao combate de incêndio evoluíram com o passar dos anos, mas ainda não são capazes de sanar todas as problemáticas ligadas a esse setor.

Nesse contexto evolutivo o Plano de Prevenção Contra Incêndio foi sendo desenvolvidos de acordo com as tragédias ocorridas, à proporção que os incêndios ocorriam eram atualizadas as legislações voltadas para o combate e o controle. No Brasil a responsabilidade contra incêndio é de competência do Corpo de Bombeiro Militar de cada estado do território brasileiro, onde estes buscam seguir as normas e as características socioculturais para o desenvolvimento de medidas preventivas.

O presente trabalho tem como objetivo principal compreender as principais medidas preventivas para o combate a incêndios nas edificações. Tendo como objetivos específicos: Os objetivos específicos buscaram: estudar incêndios nas edificações brasileiras, discutir as principais causas de incêndio e compreender o plano de prevenção contra incêndio.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Tomiello (2016), Silveira (2017), Ramos (2016), por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 10 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Incêndio, Plano de Prevenção e Combate a Incêndio, Segurança, Edificações e Prevenção.

2. INCÊNDIOS NAS EDIFICAÇÕES BRASILEIRAS

O fogo é denominado como um fenômeno essencial para a vida humana, isso porque desde os primórdios sua utilidade contribuiu para a sobrevivência humana na terra. Assim o fogo pode ser considerado como o resultado termoquímico que se não controlado passa a ser considerado como destruidor. Nas últimas três décadas várias tragédias já foram evi-

denciadas por conta do descontrole do fogo e de incêndios (TOMIELLO, 2016).

Grande parte dos incêndios é provocada por conta de curto-circuito elétrico, pontas de cigarro, queimadas o que ocasionou uma nova metodologia de combate a incêndio, incluindo novas técnicas que evitasse tragédias. As normativas de combate e prevenção de incêndio passaram a serem divulgadas no Brasil (CAMPOS, 2013).

Essas normas por sua vez são rígidas e possuem sua especificação para cada tipo de ambiente, levando em consideração o grau de periculosidade, assim como os materiais que fazem parte da composição do local. Ressalta-se que todas as exigências feitas pelo corpo de bombeiros estão explicadas e exemplificadas nas Normas Regulamentadoras (NR'S) (FRITSCH, 2011).

Essas normas regulamentadoras (NR's) tiveram sua criação no ano de 1997, tendo aprovação feita pela portaria N° 3.214 no dia 08 de junho de 1978, onde apenas as empresas públicas e privadas eram obrigadas a cumprir as normas de prevenção de acidentes e doenças que eram ocasionadas ou agravadas no serviço. O regimento responsável pelo combate a incêndio se faz através da norma NR 23 – Proteção Contra Incêndio. Essa norma regulamentadora NR 23 é a norma do Ministério do Trabalho e Emprego que coloca as diretrizes relacionadas à proteção contra incêndio dentro do ambiente de trabalho (TOMIELLO, 2016).

Em território brasileiro as normas criadas foram direcionadas a nortear de forma direta o cumprimento da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT). Com o passar do tempo as normas passaram a ser padronizadas, seguindo as normas de segurança dos estabelecimentos e as novas metodologias de trabalho. As alterações das normas técnicas de prevenção e combate a incêndio ocasionam custos, por isso a importância de órgãos fiscalizadores para atender a demanda e os riscos necessários ao combate ao incêndio (ROCHA, 2016).

Grande parte dos incêndios que já ocorreram no Brasil sendo estes ocasionados por falhas estruturais que possuem ligação direta com a estrutura das edificações, sendo estes causados por imprudência ou por negligência humana. As proporções desses acidentes ultrapassaram os prejuízos materiais, deixando vítimas fatais (FRITSCH, 2011).

De forma histórica a década de 70 e 80 teve grandes incêndios em edifícios que paralisaram o país, como ocorreu no edifício Joelma que tinha 25 andares em 1° de fevereiro do ano de 1974. O edifício pegou fogo logo depois de um curto-circuito que ocorreu no sistema de refrigeração do Banco Crefisul que fazia do edifício. O incêndio deixou 14 pavimentos destruídos, 300 feridos e 187 vítimas fatais. Mesmo a estrutura sendo de concreto armado as chamas se alastraram com rapidez ocasionando uma tragédia (CAMPOS, 2013).

Dois anos antes em 1097 em 24 de fevereiro, 16 pessoas haviam falecido e 300 ficaram feridas no maior incêndio que o estado de São Paulo havia tido até então. O incêndio ocorreu no Edifício Andraus que tinha sua localização na agitada Avenida Paulista e seus andares eram ocupados por lojas de departamento além da Companhia Andriática e da Petrobrás (MENEGETTI, 2016).

O estado de São Paulo também teve um incêndio que destruiu dos edifícios da Companhia Enérgica de São Paulo (CESP), localizado na Avenida Paula (região Central) no ano de 1987. Esse provou um desabamento do bloco central do edifício sede vitimando fatalmente uma pessoa e deixando seis pessoas. O incêndio teria sido provocado por funcionários da própria companhia acusados de corrupção (ONO, 2007).

O estado do Rio de Janeiro também teve um dos maiores incêndios do país, no ano de 1961 no Gran Circus Norte-Americano, deixando 503 pessoas mortas sendo 178 crianças. Várias pessoas ficaram feridas, acredita-se que o local tenha pegado fogo por vingança.



Um ex-funcionário teria ateado fogo na lona que tinha parafina em sua composição sendo está altamente inflamável por isso o fogo se espalhou rapidamente em cima das vítimas. O local não tinha estrutura de saída de emergência e nem possuía pessoas capacitadas para conter o pânico e orientar a saída evitando a tragédia (ALCARANGA; RAMOS, 2016).

Todos esses incêndios ocasionaram grande comoção no Brasil, gerando danos incalculáveis e irreversíveis. A triste realidade desse período mostra que a preocupação com incêndios até então era desconhecida. Nessas décadas de 70 e 80 as edificações começaram a serem ampliadas e os prédios foram sendo construídos com altura mais elevada, excesso de vidros nas fachadas, estrutura de concreto armado e materiais que não eram resistentes ao fogo, ou seja, os projetos construtivos arquitetônicos não possuíam soluções viáveis para possíveis ocorrências de incêndios o que gerou uma série de incidentes e fatalidades (DUARTE; SCIER, 2018).

Essas ocorrências de incêndio ocasionaram uma comoção nacional onde à preocupação com a segurança contra incêndios passou a pedir normas técnicas e legislações a serem seguidas. Até meados da década de 90 as regulamentações existentes eram insuficientes para sanar possíveis ocorrências de incêndios nas edificações (FERNANDES, 2013).

Passou a ser necessário a identificação de incêndios e medidas eficientes para diminuir possíveis danos em caso de ocorrência de sinistro. Foram elaboradas por cada estado medidas de prevenção, proteção e segurança contra possíveis incidências de incêndios em edificações, complementando as regulamentações anteriores. Uma dessas medidas é a obrigatoriedade da constituição de Brigada de Incêndio dentro das edificações, o que até então não ocorria (PIRES, 2015).

Com o conhecimento público os incêndios em edifícios brasileiros passaram a ser mapeados, buscando assim compreender suas peculiaridades construtivas, assim como seu tipo de ocupação focos primários e a carga de existente e consumida. É lógico que toda essa dinâmica de incêndio em edificações no Brasil buscou estabelecer padrões e bases legislativa contra incêndios, assim como instrumentação e os serviços de combate contribuíram para minimizar os erros estatísticos até então apresentados (DUARTE; SCIER, 2018).

Mesmo com as normativas que surgiram por conta dessa tragédia cuja ausência de vistoria no local de ocupação foi a principal causa, outros incêndios recentes também ocorreram em outras regiões do país. A implantação de equipamentos de prevenção e combate a incêndios passou a ser um ponto fundamental para o funcionamento de vários estabelecimentos, para que assim possam ser sanados problemas ligados a propagação e o descontrole de possíveis incêndios.

De maneira histórica a existência do homem na terra ocorreu bem antes do processo de manipulação do fogo, isso porque a energia que o mesmo procurou possuir domínio vem de uma força da natureza que ocasiona destruição, porém é vital para a existência humana. Segundo consta na ABNT NBR 13860/97 a definição de fogo pode ser entendida como “o processo de combustão que é caracterizado pelo pela emissão de calor e de luz.”

Nesse contexto o processo de domínio do fogo passou a ser considerado como um salto para a humanidade, por proporcionar energia, luz e calor, porém as inúmeras negligências com a forma ilegal de seu manuseio ocasionaram inúmeras tragédias. Essas tragédias ocasionaram a evolução do homem para com o domínio do fogo, onde o mesmo passou a compreender a origem, a necessidade de manutenção e sua extinção (MENE-GHETTI, 2016).

Levando em consideração as tragédias e necessidade de controle do fogo que surgiu o desenvolvimento da cultura de prevenção do fogo, dando assim início ao processo de

prevenção e criando a segurança ao combate e controle de incêndios. Segundo Favarin (2015) os países desenvolvidos foram os que mais contribuíram para o desenvolvimento do combate e controle a incêndio, pelo fato de ser considerado de primeiro mundo a necessidade de compreender tal situação passou a ser vivenciada dentro das salas de aula e levada para fora, como forma de sanar pendências com a natureza.

As últimas atualizações de normativas voltadas para o combate e prevenção de incêndios ocorreram logo após a tragédia na Boate Kiss, ocorrido no dia 27 de janeiro de 2013 ocasionando a morte de 242 pessoas por conta da falta de más condições do local. Esse fato contribuiu para o desenvolvimento de criação de novas normas e aprovações de projetos feitos pelo corpo de bombeiros sendo estas previstas em leis e caso ocorressem o descumprimento sanções seriam tomadas (LUCENAR, 2014).

Mesmo com as normativas que surgiram por conta dessa tragédia cuja ausência de vistoria no local de ocupação foi a principal causa, outros incêndios recentes também ocorreram em outras regiões do país. A implantação de equipamentos de prevenção e combate a incêndios passou a ser um ponto fundamental para o funcionamento de vários estabelecimentos, para que assim possam ser sanados problemas ligados a propagação e o descontrole de possíveis incêndios.

3. AS PRINCIPAIS CAUSAS DE INCÊNDIO

O incêndio pode ser caracterizado pela presença do fogo em um local não desejado, sendo capaz de provocar além de prejuízos materiais, queimaduras, intoxicação por fumaça, mortes e até mesmo quedas. Os incêndios em edifícios podem ocorrer por conta das falhas que ocorrem no sistema de instalação elétrica, curto-circuito em eletrodomésticos, pontas de cigarro etc. (BRENTANO, 2010).

Para que ocorra um incêndio em uma edificação é necessário que ocorra uma ocorrência fundamental ou simultânea de uma determinada fonte de calor, de componente humano e de combustível. O componente humano nesse tipo de ocasião passa a ser fundamental, por encontrar falhas no processo de execução e nos projetos das instalações, que geralmente ocorrem por conta de falhas e negligências comportamentais das edificações (SILVEIRA, 2017).

Segundo Corrêa (2015) nesse sentido quando os componentes estão aliados a alguma reação química em cadeia e ao oxigênio, é possível garantir a manutenção do fogo, o que ocasiona seu crescimento. As causas de classificação de incêndios são as seguintes:

- Causas Naturais: Não tem ligação com a vontade do homem, ocorrem de forma natural por conta de fenômenos naturais, como raios, trovões, terremotos, calor solar, desabamento, combustão etc. Esse tipo de ocorrência foge do planejamento humano e não permite que os processos preventivos sejam efetuados;
- Causas Humanas: São denominadas como culposas ou criminosas. As causas culposas ocorrem por conta da ação direta do homem com a natureza, quando este é negligente, imprudente e irresponsável. As causas criminosas por sua vez são geradas por motivos psicológicos e materiais, provocados de maneira voluntária, provocando incêndios e até mesmo explosões,;
- Causas Acidentais: São ocorrências elétricas, mecânicas ou químicas que geralmente ocorrem de forma variadas, por conta de falhas ocasionais ou até mesmo por conta de decisões humanas precipitadas que geram esse tipo de acidente. Vários são as ocorrências acidentais, por isso prudência é fundamental;
- Causas Industriais: São incêndios que ocorrem por conta da utilização de materiais

de forma inapropriada dentro das indústrias, geralmente são ocasionados por conta do consumo de energia alto, onde as fontes são caloríficas.

Os fatores que influenciam o incêndio são vários, podendo citar: a ausência de medidas de proteção contra incêndio, condições climáticas, projetos arquitetônicos mal elaborados, excesso de materiais de combustível incorporado, formas geométricas e as dimensões ou os locais ou até mesmo as aberturas entre os ambientes que favorecem a propagação do incêndio (SEITO, 2008).

4. PLANO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Por conta do avanço tecnológico as edificações passaram por inúmeros avanços tecnológicos, esses avanços têm relação direta com novos projetos arquitetônicos e novas tecnologias construtivas. Em decorrência do desenvolvimento econômico o processo de verticalização dos edifícios, onde as pessoas passaram a se concentrarem em espaços menores tornou-se uma situação comum onde surgiu a necessidade de elaborar planos de segurança e combate a acidentes, como o Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (GOMES, 2014).

O Plano de Prevenção Contra Incêndio tem como principal objetivo montar uma infraestrutura mediante as instalações de extintores de incêndio, esguichos, mangueiras, abrigos de hidrantes, extintores, acessórios da casa de bomba, alarmes de incêndio, guarda-corpos e corrimão. Além de suportes e métodos estratégicos que forneçam a proteção adequada em casa edificação especificamente (PALMA, 2016).

A elaboração do PPCI deve ser feita única e exclusivamente por profissionais habilitados, como engenheiros civis e arquitetos sendo os projetos aprovados mediante vistorias e alvarás que são determinados pelos órgãos responsáveis. A principal meta é estabelecer a segurança das edificações e das pessoas que nele habitam (CASTRO, 2015).

O PPCI contém um conjunto de medidas que buscam prevenir o incêndio, permitindo assim que o usuário o abandone de forma segura caso ocorra risco de propagação do fogo. Ressalta-se que o gerenciamento da segurança contra o fogo nas edificações envolve um detalhamento dos riscos já existentes nas mesmas, como: vedações, materiais de construção utilizados, instalações elétricas, carga de incêndio previsto e plano de manutenção de sistema, assim como equipamentos. Segundo Palma (2016) o risco de crescimento de um incêndio pode ser definido de acordo com a probabilidade de sua propagação e da fase de inflamação generalizada.

A função do projeto de prevenção e combate a incêndio busca principalmente o fornecimento de soluções mais eficazes para a proteção e futuras ocorrências de incêndio. A instalação do projeto busca minimizar prejuízos, sendo que sua elaboração e execução quando planejadas atualmente devem ser habilitadas pelo Copo de Bombeiros e pelo CREA, ou seja, não é qualquer profissional que pode elaborar um plano de combate e prevenção de incêndio. É necessário que ocorra um acompanhamento prático e teórico do cliente, sendo averiguadas todas as necessidades do local (GOMES, 2014).

Para Brunetto (2015) as situações de incêndio em que as pessoas conhecem as rotas de fuga e as saídas de emergência contribuem para a diminuição de prejuízos materiais e perda da vida humana. As condições do ambiente, visibilidade e temperatura são características que contribuem para sanar esses protocolos de combate. No caso dos ocupantes das edificações, buscam-se os caminhos de fácil acesso, que não possuam empecilhos no trajeto.

Castro (2015) ainda ressalta que o PPCI contribui para elaboração de uma rota de fuga, o que diminui o risco de situações de pânico. A evacuação de forma segura feita pelos usuários tem ligação direta com a projeção do sinistro e familiaridade das rotas que levam a saída do local (saídas de emergência). Todas essas medidas são mencionadas no projeto logo na fase de planejamento e se estendem por toda a sua elaboração.

O plano de prevenção e combate a incêndio pode ser aplicado em qualquer tipo de construção, não importa o segmento, temos como exemplo: comércios, indústrias, shopping centers e residências. Toda essa amplitude de aplicação de projeto é de suma importância para esses locais, pois a circulação elevada de pessoas assim como o acúmulo de mercadorias pode ocasionar incidentes trágicos (BRUNETTO, 2015).

A principal vantagem do PPCI é a prevenção e a eliminação de possíveis ocorrências de incêndios, onde este contribui de forma eficiente e eficaz para a inserção de ferramentas que não deixem o fogo se propagar com maior facilidade. As perdas patrimoniais também são menores quando o plano é executado de maneira correta, por isso a importância da implantação e de sua elaboração (CASTRO, 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prevenção e o combate a incêndios surgiram ainda na pré-história, quando o homem necessitou utilizar o fogo como ferramenta para desenvolver suas atividades de sobrevivência, como: preparo de alimentos, aquecimento, fabricação de ferramentas etc. Toda a evolução humana constatou que com o passar dos anos o homem aperfeiçoou suas forças, entre eles o fogo passou a fugir de seu controle por possuir uma capacidade imersa a destruição, ocasionando assim incêndios. Os efeitos do fogo ocasionaram danos materiais e perdas humanas.

O presente estudo buscou estudar sobre a importância do Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI) nas edificações, abordando sobre os impactos causados por incêndios no Brasil, onde os danos materiais geraram perdas de vida humanas e deixaram sequelas em todo o país. Salienta-se neste estudo a importância de abordar sobre os riscos que as edificações ficam expostas, haja visto que processo construtivo gera riscos e perdas quando elaborado de maneira incorreta.

Conclui-se, portanto que o objetivo deste estudo foi atingido através da compreensão sobre a importância do Plano de Prevenção Contra Incêndio (PPCI) nas edificações. Dando assim ênfase ao entendimento sobre as ocorrências de incêndios e as principais medidas preventivas a serem inseridas nas edificações.

Referências

ALCARENÇA, B. C.; RAMOS, A. C. A Interpretação do Controle de Materiais de Acabamentos e de Revestimento no Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico. **Engineering and Science**, Rio de Janeiro, nov 2016. 16.

BRENTANO, Telmo. **Proteção contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 2. ed. Porto Alegre, 2010.

BRUNETTO, L. O. **Simulação computacional de incêndios: uma aplicação no prédio da Escola de Engenharia nova da UFRGS**. 2015. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148710> . Acesso em: 20 set. 2022.

CASTRO, E. F. **Mudança nas exigências das medidas de prevenção e proteção contra incêndio em edifica-**



ções devido à nova legislação (Lei Kiss): análise teórica e aplicação em uma edificação de uso comercial. 2015. 176 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/138338>. Acesso em: 05 out. 2022.

CAMPOS, D.T.A. Plano de inspeção predial em sistemas de segurança contra incêndio em edificações residenciais multifamiliares. **Revista Especialize On-line IPOG**, v.6, n.1, 21 p.,dez. 2013.

CORRÊA, Cristiano. **Mapeamento de casos de incêndio em edificações:** Um estudo de caso na cidade do Recife.2015. 34 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2015.

DUARTE, Rogério Bernardes. Livro SCIER: **Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações.** Firek Segurança Contra Incêndio e UNICAMP-FEC, 2018.

FAVARIN, E. V. **Avaliação do risco de incêndio de edificação em conformidade com a legislação de prevenção contra incêndio do estado do Rio Grande do Sul através do método de Gretener –Um estudo em uma IES.** 2015. 80 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

FERNANDES, J. B. **Curso de Acessor Técnico de Brigada** - Manual Técnico de Combate e Extinção de Incêndios. Hertz - Consultoria & Treinamento. Sobral, p. 93. 2013.

FRITSCH, F. **Gestão de projetos no âmbito da prevenção contra incêndio.** 2011. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

GOMES, T. **Projeto de prevenção e combate a incêndio.** 2014. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_TAIS%20GOMES.pdf. Acesso em: 15 set. 2022.

LUCENA, R. B. **Aplicação comparativa de métodos de mapeamento de riscos de incêndio nos centros urbanos das cidades de Coimbra e Porto Alegre.** 2014. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MENEGHETTI, M. S. **Análise quanto ao conhecimento dos usuários de uma instituição pública de ensino frente às ocorrências de incêndio.** 2016. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

ONO, Rosaria. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifício altos.** (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). Porto Alegre, 2007, v.7, n. 1, p. 97-113.

PALMA, J. C. F. **A importância do PPCI para a sociedade: avaliação baseada na percepção dos profissionais, usuários das edificações e idealizador da Lei Kiss.** 2016. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148784>. Acesso em: 03 jun. 2019.

PIRES, Amanda Laura. **Avaliação de risco de incêndio: método de Gretener aplicado ao centro de tecnologia (UFSM). Santa Maria, 2015.** 132p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil, Área de Concentração em Segurança contra Incêndio) – Departamento de Construção Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2015.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SILVEIRA, Maria Paula. **Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios Comerciais.** 2017. 169 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

ROCHA, Amanda Carla Batista. **Análise das Instalações de Proteção e Combate a Incêndio de uma Edificação Pública.** Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2016, 12p. Dissertação (Artigo Científico) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

TOMIELLO, G. K 2016. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Se. **Estudo de caso – Verificação das condições de segurança contra incêndio em uma escola da rede estadual – RS.** gurança do Trabalho) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

6

PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICO
PATHOLOGIES IN ASPHALT PAVEMENTS

Chrysthiellen Soares Costa

Resumo

Pavimentar uma via gera transtornos para a população que são interrompidas devido ao serviço realizado. Portanto o tema escolhido tem por finalidade entender as vantagens de uma obra de pavimentação bem elaborada melhorando as condições das vias facilitando o acesso da população aos diversos serviços e opções de lazer ou, simplesmente, a estabelecer a melhor rota para deslocamento. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi compreender as principais características da manifestação de defeitos em pavimentos asfálticos. Trata-se de uma revisão bibliográfica utilizando método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), *Revista Eletrônica de Engenharia* (REEC), *Google Acadêmico* e *Scribd*. Conclui-se que é necessário que a pavimentação esteja ligada a execução, regularização e aplicação dos materiais que sejam com qualidade, emprego dos ligantes adequados, emprego da pavimentação de acordo com a superfície exposta, aprimorando a atuação dos remendos e assim evitar futuramente reparos.

Palavras-chave: Vias urbana; Pavimentação asfáltica, Patologia, Degradação, Métodos

Abstract

Paving a road generates inconvenience for the population that are interrupted due to the service performed. Therefore, the theme chosen aims to understand the advantages of a well-designed paving work, improving the conditions of the roads, facilitating the population's access to the various services and leisure options or, simply, to establish the best route for displacement. In this sense, the objective of the present work was to understand the main characteristics of the manifestation of defects in asphalt pavements. This is a bibliographic review using a qualitative and descriptive method. The search was carried out using the following search engines: *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), *Revista Eletrônica de Engenharia* (REEC), *Google Scholar* and *Scribd*. It is concluded that it is necessary for paving to be linked to the execution, regularization and application of quality materials, use of suitable binders, use of paving according to the exposed surface, improving the performance of patches and thus avoiding repairs in the future.

Keywords: Urban roads; Asphalt paving, Pathology, Degradation, Methods

1. INTRODUÇÃO

Diante do crescimento econômico e populacional que vem acontecendo nos últimos anos, há necessidade de deslocamentos de pessoas e frota de veículos nas vias urbanas. Portanto, é de fundamental importância de um projeto de pavimentação asfáltica bem elaborado e executado podendo trazer benefícios, oferecendo soluções viáveis técnicas e economicamente que possibilitem segurança e conforto aos usuários.

O principal fator que afeta a qualidade da rede rodoviária brasileira é a incidência de patologias na pavimentação asfáltica. Portanto o tema escolhido tem por finalidade de entender as manifestações patológicas que estão ligadas às rodovias, sendo estas consideradas uma das grandes problemáticas que geram danos econômicos e prejudicam o bem-estar dos passageiros.

Nota-se que as manifestações patológicas são inevitáveis, ainda mais em trechos com tráfego intenso. Desde modo surge a necessidade de compreender a importância do tratamento e diagnóstico patológico. Portanto a questão que orienta esse estudo é: quais são as principais patologias nos pavimentos asfálticos?

No objetivo geral do presente estudo foi proposto é compreender a importância de diagnosticar e tratar as patologias de pavimentação asfálticas. Além do objetivo específico que é caracterizar a pavimentação asfáltica definindo os tipos de patologias na pavimentação asfáltica e os métodos de resolução das patologias nos pavimentos.

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 Eletrônica 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 2010 até 2021. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 05 anos, na língua portuguesa.

2. CARACTERÍSTICAS DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA NAS VIAS URBANAS

Specht et al., (2013) o planejamento do pavimento no Brasil a vida em média acontece entre 10 a 15 anos, no período da construção, aplica grande volume de agregados específicos e produz resíduos, acarretando impactos no meio ambiente, pois o procedimento de recuperação e reparo é aplicado fontes pétreas específicas e gera alta proporção de excesso.

Objetivando o mínimo de impacto e a aceitação de alternativas sustentáveis, com novos avanços tecnológicos a reutilização de materiais aparece associada com uma atenção maior no meio ambiente, como a utilização de resíduos de construção, de elemento fresado e de material inerte em diversas aplicações como a Escória Bruta de Alto-Forno para cada superfície da pavimentação (SPECHT et al., 2013).

O pavimento é uma estrutura, após a etapa de terraplanagem, destinada a resistir às solicitações impostas pelo tráfego de veículos e clima. Da mesma forma, este deve ser concebido com a máxima durabilidade e o mínimo custo possível, garantindo o conforto e a segurança dos usuários, apresentando bom estado do rolamento (BERNUCCI et al., 2008). Para isto, o pavimento deve ser composto por camadas de diferentes materiais e espessu-

ras, apoiadas sobre o solo local de fundação, garantindo o alívio de pressões nas camadas subjacentes (BALBO, 2007).

O pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego (BRASIL, 2006).

Barros (2012) esclarece que este material pode-se considerar um material bom e com qualidade para a pavimentação, e, desta forma, o não emprego desse material é conhecido como desaproveitamento de material de soluções dando um caminho sustentável correto, já que este é rejeito de pavimento.

O material residual proveniente da manutenção das rodovias, pode ser reaproveitado como mistura do agregado é pré-envolvido com o material asfáltico, aterros e combinação com outros materiais inerentes para constituição do pavimento utilizando brita graduada simples (MOLZ, 2017).

Segundo Bernucci et al. (2008), explica que os pavimentos podem ser divididos em pavimento rígido e pavimento flexível. Ainda que o Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (2006) identifique também outro tipo de pavimento chamado semirrígido. A diferença dos tipos de pavimentos será mostrada nos itens abaixo.

A pavimentação rígida expressa alta rigidez na superfície da cobertura na qual compreende uma grande proporção de demanda exigida pela estrutura. Com exemplo, as placas de concreto moldadas in loco, onde essas camadas são formadas por massa de concreto (BERNUCCI et al., 2008).

Balbo (2007) cita ainda que as placas de concreto de cimento Portland caracterizam pelo aspecto de divisão e o campo de utilização, sendo esse gradativamente dispensado em toda a camada do pavimento, desta forma, influencia o solo e resistência são suavizadas.

De acordo com Molz (2017) os pavimentos semi-rígidos demonstra onde a superfície de apoio estabiliza quimicamente, pois é formada por um ligante com predominância de propriedades cimentícias. Balbo (2007) explica que a estruturação é constituída firme, resistente com proteção asfáltica sendo este adaptável.

De acordo com o Manual de Pavimentação do Departamento Nacional Infraestrutura de Transporte (DNIT) (2006) define como aqueles que logo após o emprego de um transporte, todas as superfícies suportam a deterioração ligante significativa, acontece o compartilhamento que equivale a carga. Nestas armações, as áreas de tensões se apresentam no ponto de utilização do carregamento com imposição centrada (BALDBO, 2007). As superfícies constituem esse pavimento não operam com a tração, sendo as maiores de boa qualidade, ou seja, com habilidade no apoio, de acordo com proximidade das cargas (MOLZ, 2017).

Bernucci et al., (2008) explicam que a cobertura superficial ligada a placas de concreto de cimento Portland, em geral, é misturada com o concreto sustentado na obrigação de uma superfície de base estabilizada granulometricamente que possui uma resistência ao solo caracterizada subleito. De acordo com a fundação precisa e dos pedidos originais fluxos do trânsito, podem ser inseridas de maneira que o revestimento tenha um reforço.

O *pavimento* asfáltico é formado pelos componentes, em medidas adequadas, de misturas e pavimentação de ligante betuminoso, auxiliando em uma composição ade-

rente. Esta superfície tem como objetivo proporcionar o escoamento superficial do pavimento e aprimorar as circunstâncias da camada, propondo conforto e segurança para os usuários (BERNUCCI et al., 2008).

Para a aplicação do pavimento é recomendado procurar, sempre que necessário, a aplicação dos materiais no local mais perto, certificando assim um menor gasto na construção e na conservação da infraestrutura (BALBO, 2007).

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006) estabelece que os materiais misturados são aplicados na pavimentação e podem ser divididos quanto a sua composição natural. Os misturas dos são aplicados sem mudança após o método de detonação das placas pétreas onde a brita vai beneficiar a correção química e física.

Bernucci et al. (2008) citam ainda que a presença de misturados reutilizáveis, em meio a estes, está destinada aos materiais provenientes de reaproveitamento nos quais propõe alternativa sustentável. As sobras reutilizáveis que mostram alta regularidade do uso da fabricação do ferro gusa em alto forno, materiais agregados de construção civil.

Balbo (2007) explica que o pavimento asfáltico são materiais granulados ou misturados pétreos com proporção de um componente como cal ou cimento, possibilitando uma ascensão da consistência na superfície e provavelmente um aumento a força da tração. Entre estes, os materiais estabilizados quimicamente consistem na mistura íntima de solo na frequência de aplicação dos pavimentos como brita graduada tratada com cimento BGTC (Brita Graduada Tratada com Cimento) e o CCR (Concreto Compactado a Rolo), solo-cimento e solo-cal (DNIT, 2006).

Os pavimentos asfálticos expressam força a tração superior ao restante dos materiais de acordo com os componentes que ao ser incorporados irão proporcionar o ligante asfáltico (BERNUCCI et al., 2008).

O método eficiente de tratamento de solos e agregados de qualidade pode ser conceituado de acordo com o procedimento que muda os componentes das misturas, proporcionando uma melhora na atitude mecânica dos mesmos (BARROS, 2003).

3. IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Nesta seção serão apresentados uma revisão sobre as principais anomalias descobertas na pavimentação asfáltica, apresentando seus diversos tipos de anomalias e também na forma que cada tipo de anomalia se comporta.

A exsudação de betume espesso é um processo de separação de misturas acontece na superfície, devido o alargamento do betume espesso em elevada temperatura que depara com problema de invadir o local com uma proporção de baixo e vazios ou pelo que resta do asfalto ligante, que existe um mínimo de adesividade no asfalto e desse modo envolve as substâncias das misturas grossas e diminui a aplicação cuidadosa de um volume. Sua maneira luminosa ocorre relacionada a destilação do petróleo (RIBEIRO, 2017).

Para Pinto (2003), o procedimento de subida de fios ocorre quando os compostos adquirem outra superfície e acontece uma agitação dos agregados com constituem a superfície. Essa condição acontece quando há existência da água proveniente da dificuldade do escoamento e úmida, pois são excluídos do revestimento do solo através das falhas. A saída dessa água acontece quando os veículos desempenham a constrição no instante da sua passagem na via.

Ribeiro (2017) declara que o desgaste está ligado ao fluxo do trânsito e aos processos mecânicos. É percebido a ausência do ligante entre os elementos e suas colaborações betuminosas, da aplicação de compostos não são próprios e de falhas na obra. No período da fase de sinais superficiais que alcança, tem-se a retirada devagar das misturas, que acontece em decorrência de evaporar a oxidação do pavimento que está sobre a atividade dos processos mecânico e está quente do fluxo de carro.

Bernucci et al., (2006) citam ainda que nesse tipo de manifestação pode acontecer um super aquecimento do betume espesso ou ausência do ligante, caso aconteça a perda reduzida da mistura logo após a falha no trabalho intenso dos veículos, proporcionando uma macro textura alta. A exibição das misturas e outros compostos que acabam criando uma construção de peladas e ninhos. Outra manifestação que pode estar ligada com a perda de aglomerado é a perda de textura superficial, que pelo acontecimento da separação deficiente dos aglomerados.

Para Silva (2008) diz que nas fendas capilares no revestimento asfáltico ocorre as falhas de maneira que a locomoção é revestida em conexão com a base. A ausência de ligação entre a camada superior implícita são os motivos para a criação do trincamento parabólico. Os carros são os responsáveis pela criação das trincas na superfície de autobloqueio de rodas.

Conforme Baskou (2016) o episódio das trincas é uma maneira de evitar com mais frequência os compostos por uma camada superficial asfáltica, por essa razão se dá pelo desânimo dos materiais aplicados nas camadas betuminosas, cabendo a à força que é exercida sobre um corpo das superfícies de maneira frequente com o fluxo de veículos.

Para Hasni (2017) esse procedimento de frequência das cargas a para força que exerce sobre um corpo, que pode ser dito quando se dá conta do resultado da rapidez e a atitude do sólido elástico e um líquido viscoso. Muitas pesquisas sobre a o trincamento da mistura asfáltica tem sido aplicado com uso de plataformas, apesar do seu limite, permite estabelecer os critérios complicados, como os elementos viscoelásticas do betume espesso e determina com maior certeza a demonstração de possíveis causas da fissura.

Segundo Silva (2008), os veículos não geram obstáculo na estrutura e sim na minimização da fricção, podendo gerar acidente. Do ponto de vista de Pinto (2003) as outras razões para a abertura de pequenas fendas são as juntas granulares que não indicam o rendimento máximo de apoio, as juntas contêm uma conduta inflexível com relação as outras superfícies ou agregados aplicados serem de péssima qualidade.

Ribeiro (2017) explica ainda que o processo de evolução das trincas acontece devido a mudança da direção de propagação da energia. Durante a propagação de energia aparece em juntas novas que se deslocaram da parte de dentro da junta betuminosa e reproduziu até a superfície.

Pinto (2003), explica que as classes mais simples de falhas são as trincas interligada ou couro de jacaré, fissuras isoladas de recolhimento, trincas em malha tipo bloco, trinca isolada em direção predominantemente paralela ao eixo da via. As rachaduras que são realizadas devido a causa de propagação que podem ser distantes ou interligadas.

Ribeiro (2017) as falhas do tipo microfissuração superficial são determinadas por uma sequência de fenda de certa dimensão. Elas simbolizam a fase do avanço da fadiga, de início mostra-se de maneira isolada. A proporção que percorre com o período, relacionam-se a aparência de pele de crocodilo e pretende crescer com a soltura de blocos e criação de ninhos.

Beskou (2016) a trincas em malha tipo bloco são constituídas devido a variantes no dia

a dia da temperatura. A seu desenvolvimento é significativo para o pavimento que sofre uma forte consolidação devido a sua ação do oxigênio do ar e volatilização dos hidrocarbonetos deixando menos flexível. Essas rachaduras, têm um formato parecido com um triângulo. Uma vez que não estejam relacionadas ao tráfego, surgem em qualquer lugar, mesmo nas vias com pouca movimentação de veículos (BESKOU, 2016).

Silva (2008) as trincas isoladas em direção predominantemente paralela ao eixo da via são geradas pela má aplicação da junta de construção ou paralisação da concretagem da placa, concentrações da camada na trinca, retração da cobertura do asfalto.

Pinto (2003) explica que os buracos aparecem de forma como se origina o revestimento, sendo necessário passar para a outra superfície de apoio. É uma anomalia que surge de maneira que seu desenvolvimento, como as falhas que acontecem principalmente dos tipos como escorregamento, exsudação, degradação e desgaste da cobertura do revestimento. A chuva acaba reforçando esse motivo, pois a aglomeração entre as fissuras superficiais eleva a degradação da superfície, que é dita com *stripping*. O aparecimento da água decompõe a superfície do pavimento e por essa razão é acontece o afundamento na trilha de roda.

4. MÉTODOS EMPREGADOS PARA A SOLUÇÃO DE DEFEITOS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Os procedimentos a serem aplicadas para reparação das consequências do revestimento do solo, precisam ser cumpridos no momento mais preparado possível, para que dessa forma venham a ser demoradas suas características de durabilidade, conforto de e segurança. Nesse sentido, as devidas medidas de correção e conserto em um pavimento que apresenta defeitos, devem precisamente ser adotadas posteriormente a identificação de sua dimensão (BERNUCCI et al., 2008).

Pessoa Júnior (2014) na medida em que as falhas comumente aumentam sua gravidade de forma rápida, sendo capaz mesmo resultar que no momento da elaboração do projeto e da realização da obra, a condição de resistência do trecho tratado se modifique, a solução técnica antevista não será mais conveniente, sobretudo por razões climáticas. Nesse contexto, observa em destaque do procedimento adequado para a solução da qualidade do pavimento, para que não aconteçam despesas excessivas.

Gonçalves (2003) a manutenção de um pavimento asfáltico entende-se como um método que envolve soluções por meio de intervenções com efeitos, sejam diretos ou indiretos, em seu gral de serventia atual e na sua posterior durabilidade, estes sistemas comumente são discernido essencialmente em dois tipos: a conservação e a restauração. A conservação se refere a intervenções que devem seguir uma rotina periódica e também pode ser de emergência, objetivadas à efetivação da correção integral ou dividida de defeitos funcionais, seguro assim a estrutura do solo contra degradação mais célere.

Segundo Mirandola e Coelho (2016) relata que a restauração pode ser marcada como o método sobreposto no pavimento danificado com a finalidade de reconstruir seus aspectos técnicos, colocando sua conservação e de instaurar da solução, no qual estes precisam responder a condições mínimas. Outros sim, reparação para ser exercida a demanda a adesão de diferentes procedimentos de cunho analítico e critérios de engenharia. Em outras palavras, exige o cumprimento de um integro e consistente projeto, devendo ter enfoque lógico e sequencial.

Gonçalves (2003) esclarece que as medidas colocadas tanto para correção e recomen-

dações de pavimento asfálticos que apresentem falhas, devem fundamentalmente postas em prática após a identificação de sua magnitude. Logo, mostra-se como importante que os pertencentes defeitos tenham sua detecção assim que se mostrarem, distinguindo-se sobretudo os fatores que os provocaram.

Haas et al. (2005) explicam que o levantamento do perfil longitudinal, a análise da área é clareada pela amostra, ou seja, simplesmente proporção da superfície é observada, a porcentagem pode alterar entre 10 a 25% da dimensão da parte avaliada, sendo em uma atribuição dos modelos de erros e do dom disponível.

De acordo com o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER (2002) estabelece que o levantamento do perfil longitudinal é realizado a pé no dentro do veículo percorrendo numa velocidade mínima e esteja na faixa de 5 a 30 km/h. Para os métodos que utilizam veículos, é recomendado que a equipe de avaliadores desça do veículo em intervalo constante e/ou quando a condição do pavimento sofra alterações. Os defeitos obtidos podem ser registrados em planilhas padronizadas de papel ou eletrônica (com auxílio de computador portátil) (CUNHA, 2008).

Segundo Benevides (2006) nos levantamentos automatizados, os veículos são aparelhados com equipamentos especiais dotados de câmeras de vídeo-filmagem e também, fotográficas. A aceleração do veículo varia entre 30 km/h e 110km/h posterior análise no escritório a partir do monitor do vídeo. Este aceleração permite que por meio de sensores computadorizados sejam separados e codificados os defeitos quanto aos tipos, severidade e integridade, assim como a integração destas imagens com dados de construção dos pavimentos, tais como: densidade e materiais das camadas, largura, número de faixas e sinalização, além do volume de tráfego.

Segundo o DNIT 008/2003 - PRO determina que os equipamentos devem ser instalados na frente ou atrás dos veículos, assim realizando um Levantamento Visual Contínuo (LVC). Existem dois equipamentos existentes para levantamento automático, o GERPHO System e o ARAN. O GERPHO System registra as condições de superfície através de fotografias em filmes de 35 mm, sendo instalado em uma camioneta (CUNHA, 2008).

Segundo Alves (2007) o sistema ARAN (*Automatic Road Analyser*) é um equipamento que permite observação global dos pavimentos, efetuando observações à velocidade de tráfego, autoriza definições de várias configurações, podendo ser equipado conforme a necessidade da entidade que o utiliza.

De acordo com empresa Roadware (2011), o sistema ARAN pode ser dotado de várias combinações como o sistema de vídeo, em que as imagens recolhidas para análise posterior; sistema de medição de distância independente da velocidade de ensaio; sistema de determinação das características geométricas da estrada, como por exemplo, as Inclinações, os raios de curvatura, utilizando uma combinação de giroscópios; sistema de GPS (*Global Positioning System*); sistema de determinação de perfil longitudinal a partir de tecnologia laser (determinação em tempo real de índices de irregularidade, como por exemplo o IRI); sistema de determinação de irregularidade transversal (profundidade de rodéiras) utilizando um total de 37 sensores; sistema de determinação da macrotextura do pavimento utilizando lasers de elevada frequência.

De acordo com Martins et al. (2018) ajustou-se o controle na região na ruptura elástica frente dimensões autorizadas para veículos, caracterizada pela locomoção vertical na área dos pavimentos como deflexão, formado por uma proporção na ordem de centésimo de milímetros, a deflexão é o afastamento na avaliação estrutural que resulta na resistência das superfícies do pavimento.

A avaliação estrutural da pavimentação pode ser feita por métodos destrutivos, semi-destrutivos, ou não destrutivos. Esses nomes se referem à maneira de obter uma avaliação da capacidade de carga da estrada. O método não destrutivo é mais adequado para grandes expansões de pista, porque mantém a área em avaliação e permite vários testes (BERNUCCI et al., 2008; FONSECA, 2013).

Bueno (2016) explica que para avaliar a base do projeto na camada de reforço, foram utilizados os resultados da avaliação do desempenho estrutural do piso. Após esse reforço, a rigidez do pavimento aumentará, o que pode ser avaliado pela redução da deflexão medida. Em geral, essa deflexão é considerada o melhor da qualidade estrutural do pavimento e da capacidade de suporte do subleito.

A avaliação estrutural do pavimento não pode escolher o plano de reparo mais adequado e determinar seu tamanho, mas também pode diagnosticar a ocorrência de defeitos e suas causas e determinar soluções apropriadas para reduzir o impacto de fatores patogênicos para garantir a vida do projeto (DNIT, 2006; FONSECA, 2031).

De acordo com DNIT (2006) a deflexão elástica refere-se à remoção da carga e esses resultados de tensões causam cargas dinâmicas fazem com que o revestimento de asfalto se dobre alternadamente e possam causar falhas no revestimento de asfalto devido à fadiga.

Bernucci et al. (2008) mencionam que a deformação plástica ou permanente é cumulativa durante a vida útil do pavimento e causa a formação de setas na pista, afetando o conforto e a segurança no trânsito.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (2006) explica que a deflexão vertical reversível representa a resposta do pavimento e do subleito à aplicação de carga e é usada como parâmetro para distinguir entre um pavimento com um estado estruturalmente sólido e um pavimento com um estado fraco.

O defletor de impacto é um dispositivo totalmente automático rebocado por um veículo, que transporta parte do sistema de aquisição de dados no computador e é conectado aos sensores instalados no defletor. O teste envolve a aplicação de uma carga de impacto dinâmico e a leitura do deslocamento registrado de um conjunto de sensores que são acoplados longitudinalmente e posicionados a partir do centro da placa de dimensões conhecidas para entender a deformação (BERNUCCI et al., 2008).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou entender o contexto de maneira clara sobre a importância do enquadramento certo da pavimentação asfáltica para uma rodovia urbana, visto que as situações no momento de rolagem de vias urbanas é a finalidade dessa pesquisa bibliográfica, entender que estão distante do da situação satisfatória, manifestando diversas deformações, compactação da base do pavimento e do subleito, ausência de interpolação das peças, deslizamento das pedras e além de minimizar a propriedade do conjunto do transporte sem falta de proteção para o usuário das vias.

Observa-se que a descrição dos conceitos, tipos de pavimentos e materiais utilizados na pavimentação pois nessa pesquisa reforça a definição da verificação do gasto com revisão, proteção e comodidade para os resultados, recomendações para determinadas soluções de troca da pavimentação que estão presentes na pavimentação rígida, pois manifesta-se favorável vinculada aos benefícios. Este modelo de pavimentação fragmenta de maneira regular as tensões pretendidas, acarretando minimizar as deteriorações no re-

vestimento abaixo da pavimentação. A pavimentação rígida é a uma solução adequada para ocasiões certas situações no tráfego com abundantemente o fluxo alto de frota pesada.

Foram verificadas as mais relevantes anomalias encontradas nas pavimentações, que envolve em incorreções operacionais e estruturais. No entanto, considera-se que outros componentes são encarregados por incentivar essas falhas, tais como a essência do procedimento construtivo e o modelo de insumos usados, o planejamento e sua conexão estimada do tráfego e a qualidade do material empregado. A informação correta do técnico para identificar as falhas e proporcionar a sua reparação permitindo uma vida útil e longa das vias de pavimentação e das ferramentas utilizadas nas tarefas de manutenção.

Conclui-se que esta pesquisa destacou sobre as soluções e correções que são referentes ao que deve ser preparado na pavimentação a fim de impedir o surgimento de anomalias e a correção pode reparar aquela já existente. Por fim, o trabalho ressalta que é significativo a limitação do solo compactado, aplicação de material correto e de mão de obra capacitada para atuação da pavimentação.

Referência

- ALVES, Teresa Sofia Figueiredo. **Metodologia de Auscultação de Pavimentos Rodoviários aplicação prática do Radar de Prospecção e do Deflectómetro de Impacto**. 2007. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007
- BALBO, J. T. **Construção e Pavimentação**. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jun/2017, 21p.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restaurações**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2007.
- BARROS, Rafael Falcão. **Utilização do revestimento fresado da BR-104 como material de reforço da camada de base e/ou sub-base**. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2013.
- BENEVIDES, Sérgio Amado de Sá e. **Modelos de Desempenho de Pavimentos Asfáltico para um Sistema de Gestão de Rodovias Estaduais do Ceará**. 2006. 381 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- BERNUCCI, Liedi Bariani et all. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006.
- BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Gorette da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorgr Barbosa. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2008.
- BESKOU, N. D.; TSINOPOULOS, S. V.; HATZIGEORGIOU, G. D. Fatigue cracking failure criterion for flexible pavements under moving vehicles. **Soil Dynamics and Earthquake Engineering**, 2016. v. 90, p. 476-479.
- BUENO, L. D. **Avaliação Deflectométrica e de Rigidez: Estudo de Caso em Três Trechos Monitorados em Santa Maria/RS**. Dissertação de Mestrado, UFSM. Santa Maria, RS, 2016.
- CUNHA, Carlos Roberto. **Determinação de modelo de deterioração do Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual do Ceará**. 2008. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 94/2000: Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis – Procedimento A**.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de reabilitação de pavimentos asfálticos**. Rio de Janeiro, 2002.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos**

pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

FONSECA, L. F. S. **Análise das Soluções de Pavimentação do Programa CREMA 2ª ETAPA do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** Dissertação de mestrado PEC/ COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

GONÇALVES, Cyro. **Pavimentação: Projeto e construção.** Rio de Janeiro, RJ: Ao livro técnico S.A., 2003

HAAS, R., HUDSON, W.R., ZANIEWSKI, J.P. **Modern Pavement Management.** Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 2017.

MACEDO, J.A.G. **Interpretação de Ensaios Deflectométricos para Avaliação estrutural de Pavimentos Flexíveis – A experiência com FWD no Brasil.** Tese Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

Manual de Pavimentação. 3º ed. Rio de Janeiro, 2006, 274 p.

MARTINS, M. F.; BUENO, L. D.; SPECHT, L. P.; HALLAL, R. R.; COELHO, H. O.; PEREIRA, D. S. “Avaliação da Não Linearidade de Módulos de Resiliência Retroanalizados de Materiais Granulares de Base de Pavimentos Obtidos Durante o Controle Tecnológico da Duplicação de Uma Rodovia do RS”. **Revista CIATEC – UPF**, vol.10 (1), p.p.31-42, 2018.

MIRANDOLA, Elisa Saeko; COELHO Felipe Augusto Aranha. Atualização de Custos e Benefícios, para Uso em Sistemas de Gerência de Pavimentos. In: REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, 6ª. 2016, Santos. **Anais... Santos**, Associação Brasileira de Pavimentação, Santos. p 389-406.

MOLZ, Carine. **Viabilidade da utilização do material fresado estabilizado granulometricamente em base de pavimentos.** 2017. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, RS, 2017.

PESSOA JUNIOR, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** São Paulo: PINI, 2014.

PINTO, J. I. B. R. **Caracterização superficial de pavimentos rodoviários.** 2003. Dissertação (Mestrado em Vias de Comunicação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2003.

PIRES, Gustavo Menegusso. **Estudo da estabilização granulométrica e química de material fresado com adição de cimento Portland e cinza de casca de arroz para a aplicação em camadas de pavimento.** 2014. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. RS, 2014.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959

ROADWARE disponível em: <<http://www.roadware.com>>. Acesso em: 14 maio de 2020.

RODRIGUES, Ricardo Lima. **Avaliação Estrutural de Segmento da Av. Floriano Peixoto na Zona Urbana de Campina Grande –PB.** 2007. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

SPECHT, L. P.; PIRES, G. M.; VITORELO, T; HIRSH, F.; CRONST, F.; BERGMANN, E.C; TIFENSEE, M.D. **Utilização de material fresado como camada de pavimento: estudo laboratorial e aplicação de campo.** 42º Reunião Anual de Pavimentação (RAPv), Gramado, RS, 2013.

7

LEAN CONSTRUCTION-EFICIÊNCIA E APLICABILIDADE NA CONTRUÇÃO CIVIL

*LEAN CONSTRUCTION-EFFICIENCY AND APPLICABILITY IN
CIVIL CONSTRUCTION*

Carlos Eduardo Ribeiro Rodrigues
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Baseado em problemáticas já existentes nos processos construtivos dos sistemas convencionais, mais especificamente dentro dos canteiros de obras ou em construção civil de maneira geral, a metodologia *Lean Construction* vem com o enfoque de minimizar ou até mesmo solucionar vários destes problemas, principalmente no que diz respeito a má gestão de recursos, sejam eles materiais ou de tempo, evitando inúmeros desperdícios, através da aplicabilidade de métodos que influenciem eliminando diversas etapas desnecessárias que causam mal aproveitamento do materiais e consequentemente mal uso do tempo, além de afetar diretamente o valor do produto final, tornando todo o processo construtivo caro, demorado e ineficiente, tendo em vista esse cenário, é importante aplicar a melhoria contínua dos processos, deixando cada etapa de execução bem definida e padronizada para uma melhor qualidade de entrega no produto final, sem que afete o ciclo que foi então previamente planejado, sendo que toda essa mudança na qualidade final pode ser realizada inserido a mentalidade de construção enxuta com métodos eficiente, atendendo as especificidades de acordo com as necessidades do cliente.

Palavras-chaves: Construção enxuta. Desperdício. Agregar valor. Sistema Toyota

Abstract

Based on existing problems in the constructive processes of conventional systems, more specifically within the construction sites or in civil construction in general, the *Lean Construction* methodology comes with the focus of minimizing or even solving several of these problems, especially with regard to poor management of resources, whether materials or time, avoiding numerous wastes, through the applicability of methods that influence eliminating several unnecessary steps that cause poor use of materials and consequently poor use of time, In view of this scenario, it is important to apply continuous improvement processes, leaving each stage of implementation well defined and standardized for a better quality of delivery in the final product, without affecting the cycle that was then previously planned, and all this change in the final quality can be performed by inserting the mindset of lean construction with efficient methods, meeting the specifics according to customer needs.

Keywords: Lean construction. Waste. Adding value. Toyota system

1. INTRODUÇÃO

É notório o processo evolutivo no mundo, amplitude do conhecimento e disseminação de informação. Tendo em vista essa evolução, os processos convencionais estão perdendo força para processos mais efetivos e com maior geração de valor no resultado final.

E no âmbito da construção civil não é diferente. Entende-se que os processos e as etapas de produção exigem uma maior eficiência e uma maior qualidade na entrega do resultado final, reduzindo custo, tempo e proporcionando otimização das fases operacionais dentro de uma obra, por exemplo.

E com este enfoque que os conceitos *Lean Production* foram implementados na construção civil, dando origem a metodologia de *Lean Construction* (Construção enxuta), muito baseado no sistema Toyota de produção, visando a otimização dos processos, redução de custo, tempo e menos desperdício nas etapas operacionais.

É com essa mentalidade enxuta (*Lean thinking*) aplicada na construção, fazendo uso da metodologia *Lean Construction*, que será abordado de maneira clara formas de reduzir desperdícios na execução de uma obra.

2. METODOLOGIA

O trabalho será restritamente de pesquisa bibliográfica, atendendo os requisitos do método acadêmico, cujo elementos que serão utilizados têm caráter apenas de exposições baseada em outras obras. Portanto, não é experimental ou estudo de caso.

Todo o trabalho será fundamentado em obras dos últimos 20 anos, fazendo-se o uso de artigos e obras acadêmicas, de acordo com as recomendações exigidas previamente.

A pesquisa a ser feita, irá se utilizar das palavras chaves, *Lean Construction*, *Lean Production*, *Kanban*, sendo estas as bases fundamentais da pesquisa.

3. CONCEITOS E APLICAÇÕES

No âmbito da construção civil o mal aproveitamento de recursos é corriqueiro em obras, seja de materiais, tempo e até mesmo de má gestão financeira, visando a melhoria na gestão desses recursos, minimizando os desperdícios, a metodologia *Lean Construction* tem por finalidade gerar valor na execução dos processos, eliminando etapas que não são necessárias, sem perder efetividade, proporcionando excelência e qualidade na entrega do produto ou serviço final, reduzindo assim os custos.

É de conhecimento que a execução convencional de obras gera uma enormidade de desperdícios não só de materiais, mas também de tempo e custo. Obras com planejamento sem a antecipação de possíveis variáveis e padronização dos métodos executivos são danosas e influenciam diretamente da entrega final. Com este cenário, a redução de desperdícios e uma maior gestão dos recursos é imprescindível. E para vencer este desafio, reduzindo as variáveis, a metodologia Lean fornece maneiras de minimizar estes danos.

Com aplicabilidade e eficiência do *Lean Construction*, os canteiros de obra, o processo de planejamento e gestão da construção, teriam ganhos e valor agregado, pois quando se reduz os desperdícios de materiais, tempo e quando há um entendimento e um

alinhamento das etapas, tem-se uma obra mais barata e limpa com um resultado final de excelência e qualidade. A implementação dos conceitos Lean são essenciais para um desenvolvimento das atividades construtivas.

Para entender melhor a aplicabilidade e eficiência da metodologia *Lean Construction*, se faz necessário o entendimento do sistema Toyota de produção, que tem como enfoque eliminação de etapas desnecessárias, trazendo uma maior eficiência na produção, reduzindo assim os desperdícios.

Com essa realidade, que diante da perspectiva de vida após a segunda guerra, o Japão se viu forçado a revolucionar os meios e etapas dentro do processo produtivo, adotando métodos rigorosamente testados, que visavam a melhoria de toda cadeia produtiva para que se alcançasse competitividade em paralelo as outras empresas a nível mundial, tendo em vista que toda indústria japonesa passava por um momento complicado de maneira a não conseguir produzir em massa muito por conta da sua falta de recursos e consequentemente tendo uma baixa produtividade. Dessa forma a indústria teve que adotar novos métodos que seriam utilizados para alavancar a produção de forma mais eficiente e assim nasce o Sistema Toyota de produção onde logo depois ganharia a conotação de *Lean Production*.

Os grandes responsáveis pela idealização desse sistema foram: Toyoda Sakichi, Toyoda Kiichiro e Taiichi Ohno, tendo por fundamentos principais a aplicação da força de trabalho de maneira flexível e a automação dos processos visando resultados mais robustos sem perder a qualidade no produto final que seria entregue ao cliente ou consumidor final.

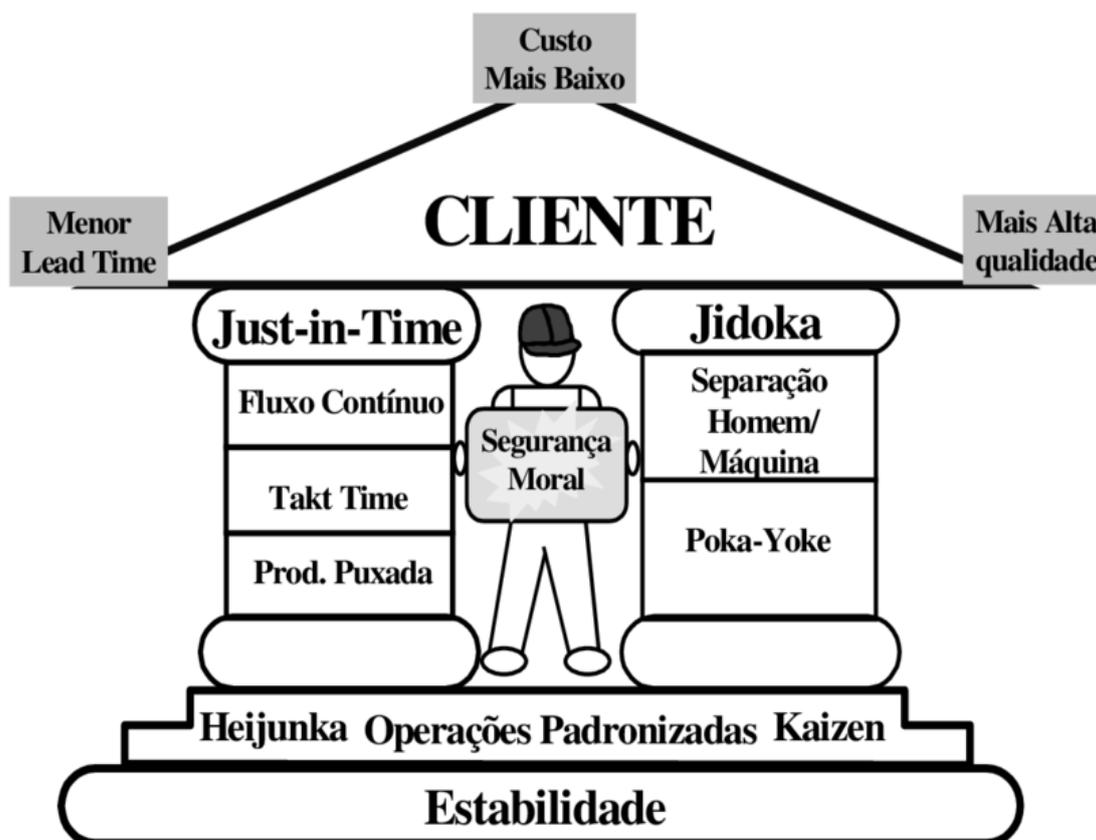


Figura 1 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Pereira (2014)

Na figura acima, está representada estrutura do Sistema Toyota com os seus dois pilares fundamentais: *Just in time* e *Jidoka*. O primeiro se está ligado a atender no tempo correto todas as demandas, evitando acúmulo de estoque e atrasos. O segundo pilar se refere a automação dos processos, desagregando o trabalho humano e trabalho da máquina, visando a eliminação dos desperdícios e melhoria dos processos, adotando um trabalho padronizado.

Segundo Steven Spear e H. Kent Bowen (1999, p.1) “Para compreender o sucesso da Toyota, precisa-se desvendar o paradoxo – e entender que a especificação rígida é a atividade fundamental que possibilita a flexibilidade e a criatividade”, se fundamentando no método científico para resolução de problemas e melhoria contínua dos processos.

Toda alteração ou implementação de algum método é rigidamente testado, estudado antes de ser aplicado. De acordo Spear e Bowen(1999) “Como qualquer coisa aquém desse rigor científico, a mudança na Toyota seria pouco mais do que um simples método de ensaio e erro – uma caminhada de olhos vendados pela vida”.

Partindo do princípio de que tudo deve ser testado e analisado sob a ótica da eficiência aplicada, sendo que todos estes aspectos estão ligados a melhoria de qualidade para uma produção eficaz, traduzindo em menores custos de fabricação com métodos previamente testados e aprovados. Potter (1999) “Ratifica que essa iniciativa das empresas em melhorar a qualidade com custos menores é forçada pelas exigências dos clientes e pela competitividade”, ou seja, a inovação dos processos é inerente as necessidades do cliente, fomentando o crescimento competitivo das empresas.

Seguindo essa lógica, a redução dos desperdícios através de métodos testados previamente é um dos pilares do sistema Toyota de produção. “Reduzir desperdícios é aumentar a produtividade” para (CANTIDIO, 2009).

Essa ideia de eliminação de desperdícios para aumento da produtividade, foi implementada em outras áreas, além da indústria de automobilística. No ramo da construção civil não é diferente, o gerenciamento rigoroso das etapas produtivas de maneira adequada é um grande desafio do setor.

Para Paula Cristina Fonseca Gonçalves Arantes (2008, p.31) “A redução é uma das aspirações essenciais da cultura Lean”, fortalecendo o pensamento de uma produção mais limpa e sustentável, eliminando atividades, tarefas que não geram valor ao produto final.

O desperdício foi dividido em categorias por Taiichi Ohno (1988, p.10), são elas:

- Desperdício de superprodução
- Desperdício de tempo disponível (espera)
- Desperdício no transporte
- Desperdício do processamento em si
- Desperdício de estoque disponível
- Desperdício de movimento
- Desperdício de produzir produtos defeituosos

Todas essas atividades, filtradas já na metodologia do *Lean construction*, geram desperdícios e um maior custo a obra. Traçando um paralelo com a construção civil, o desperdício de materiais, tempo e má gestão de recursos são alguns exemplos.

Um dos pontos para reduzir desperdício, seria a redução de atividades que não geram valor. Segundo Koskela(1992) há três possíveis causas para essa realidade:

- Desempenho hierárquico
- Ignorância
- Natureza da produção

Em relação ao desempenho hierárquico é visto quando uma tarefa de determinada etapa é subdividida e executada por diferentes mãos de obras, influenciando diretamente no tempo de espera, ou seja, gerando uma má gestão dos ciclos para fim de uma atividade para início de outra.

Para Koskela (1992) “a ignorância é a falta de conhecimento ao se planejar um processo de produção sem levar em conta a ordem e interdependência das atividades”, deixando claro que cada etapa e as tarefas nesse processo devem seguir uma ordem e padronização,

Segundo Koskela (1992), a terceira causa seria “a própria natureza dos processos construtivos que não agregam valor, como formas de transições entre as atividades”.

Pela ótica de outro autor, Arantes (2008, p. 40) “o estudo e a elaboração de um arranjo físico do estaleiro, que minimize as distâncias entre os locais de descarga de materiais e o seu respectivo local de aplicação, podem reduzir a parcela das atividades de movimentação”, dando assim mais outro exemplo prático, que uma melhor distribuição dos materiais no canteiro de obra, perto do local de sua utilização, reduziria tempo e movimentação mais ágil dentro do espaço.

Além desse ponto, segundo Arantes (2008, p. 40), “na fase de betonagem, utilizar um vibrador portátil em substituição de um convencional, permite que apenas um trabalhador execute a tarefa em vez dos dois que seriam necessários no processo tradicional (um para segurar o vibrador e outro para espalhar o Betão)”, diminuindo o número de funcionários para uma determinada função que somente um seria suficiente. Tais melhorias dentro do ambiente de construção influenciariam diretamente na eficiência de seus funcionários e todo o setor operacional, minimizando os desperdícios.

É importante além desse aspecto, gerar valor de acordo com as demandas do cliente. “O valor é não é um fator inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência da satisfação dos requisitos dos clientes” (KOSKELA, 1992), deixando claro que é importante saber o que de fato o cliente tem por necessidade, alinhando esses anseios juntamente com o projeto a ser executado (obra). Sem o conhecimento prévio dessas necessidades pode ocorrer uma desvalorização do produto final.

“Existem dois tipos de clientes: os internos, que são responsáveis pela execução das atividades subsequentes na cadeia produtivas; e os finais ou externos, cujas necessidades culminaram na execução do empreendimento” (PEREIRA, 2012). É preciso conhecer o perfil e tipo de cliente para que o empreendimento atenderá para assim satisfazer as necessidades dos mesmos e em qual etapa do processo elas serão atendidas.

Trilhando esse caminho de obra mais bem gerida e com produção eficiente, a padronização das tarefas é essencial para entrega de um produto final coeso com o que de tinha em projeto tanto na conversão como no fluxo do processo de produção.

Existem diversos tipos de variabilidade que podem ser ligados aos processos de produção, como as variações dimensionais de materiais; variedade na própria execução de determinada tarefa e variabilidade dos requisitos dos clientes, que serão evidentemente distintos (ISATTO, 2002).

Assim, deixando evidente que toda essa variabilidade de execução pode acarretar custos ainda maiores daquele que foi planejado, deixando a obra mais cara e mais demorada que o previsto, por isso a padronização das tarefas e modos de execução devem estar

alinhados.

E percebe-se essa variabilidade por Arantes (2008 p. 44) [...] “uma equipe de alvenaria foi deslocada para execução de chapisco noutra frente de trabalho, porque houve um atraso na execução da estrutura”, gerando um atraso realização de outras tarefas e consequente uma demora na finalização do ciclo então previsto na fase de planejamento. Uma das soluções para este problema no fluxo de execução seria as células de produção segundo Rother e Harris (2002) “Uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem sequencialmente, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo”. Com esse método adotado, cada setor ou célula de trabalho executaria sua função na cadeia de produção do início ao fim, sem que houvesse esses entraves no fluxo.

Pode-se perceber também uma padronização em relação as obras de alvenaria no que tange a dimensões dos blocos já estabelecidos, sem precisar que ocorra cortes que gerariam desperdício de material, onde se tem blocos que atendem as especificidades do projeto como por exemplo blocos próprios para passagem de conduítes e de instalações hidrossanitário.

Buscando essa eficiência e aplicabilidade de uma produção mais enxuta no que diz respeito a indústria da construção civil, algumas ferramentas se fazem necessárias, uma delas é o *Kanban*, que faz uso de cartões sinalizadores. lógica *Kanban* se baseia na comunicação entre diferentes fases de um único processo de produção, ou em uma cadeia de múltiplos produtos, na qual a determinada etapa possa vir a atender as outras” (BARIANE, OLIVEIRA, CARVALHO, 2021, p.10), ou seja, esta ferramenta faz o controle de fluxo das atividades, sendo vantajoso em vários aspectos, como:

- Redução de desperdícios
- Redução do tempo de ciclo de produção
- Envolvimento de todos os colaboradores
- Gerenciamento de estoque

“O *Kanban* é um subsistema do Sistema Toyota de Produção (STP) no qual gerencia e controla a quantidade que será produzida em cada processo, no intuito de reduzir o tempo gasto na operação, otimização das atividades, padronização dos trabalhos, entre outros” (MARTINS; LAUGENI, 2005). Fica claro, que essa ferramenta é utilizada para gerenciar fluxo com o enfoque de reduzir tempo de operação, eliminar o retrabalho e aumentar a eficiência

Toda essa lógica de produtividade interfere diretamente no desempenho dos indivíduos envolvidos, deixando os processos mais transparentes e menos complexos. Para Liker (2005) o desperdício da criatividade dos funcionários” refere-se a perda de tempo, ideias, melhorias e oportunidades por não envolver ou ouvir seus funcionários”, ou seja, todos os indivíduos precisam ter entendimento claro e objetivo do que precisa ser executado, de maneira que eles sejam também uma parte a ser ouvida e expor ideias.

3. CONCLUSÃO

Todo trabalho desenvolvido foi amplamente buscado em fontes fidedignas que atendiam os requisitos então pré-determinados, onde verificou-se a existência de uma problemática dentro dos processos construtivos que implicava diretamente no seu resultado final. O mal gerenciamento de recursos, mais especificamente de materiais, tempo e um

péssimo emprego dos recursos financeiros, tem sido danoso cadeia produtiva dentro de um processo de execução de uma obra, gerando diversas complicações como por exemplo atraso na entrega, desperdício de materiais e maiores custos.

Em decorrência dessas complicações, a metodologia *Lean Construction* surge para mitigar ou até mesmo solucionar tais situações, utilizando-se de suas ferramentas ou métodos que melhorem o fluxo de trabalho. Portanto, para essa finalidade, a redução de atividades que não agregam valor, alinhamento das necessidades do cliente e a padronização dos processos são essenciais.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14724**: informação e documentação: trabalho acadêmico: apresentação: Rio de Janeiro:2011

DE FONTES PEREIRA, Erickson Alves. Construção enxuta: uma ferramenta para o enfrentamento do cenário atual de crise econômica. 2016. 74 folhas. Universidade Federal da Paraíba. Bacharelado. 2016.

FERREIRA GONÇALVES, Pedro Guilherme. **Estudo e análise da metodologia Lean construction**. 2014. 61 folhas. Curso de especialização em construção civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte. 2014.

GONÇALVES ARANTES, Paula Cristina. **Lean construction-filosofias e metodologia**. 2008. 108 folhas. Mestrado. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. 2008.

LIMA, Nivia Gabriella Rocha. Graduação/Engenharia Civil. Uninassau; ALMEIDA, Alice Jadneiza Guilherme de Albuquerque. Mestrado/Engenharia Civil UNINASSAU; NORBERTO, Alison de Souza. Mestrado/Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco; BARROS, Vitor Hugo de Oliveira. Mestrado/Engenharia Civil. **Aplicação do Kanban no transporte de resíduos da construção civil**. 2021. 16 folhas. Instituto Federal Sertão Pernambuco.

NOGUEIRA PEREIRA, Carlos Miguel. **Implementação da Lean Construction na construção nacional**.2014.103 pág.

SPEAR, Steven; BOWEN, H.Kent. **Decodificando o DNA do sistema Toyota de produção**.1999. 16 folhas.



8

OS TIPOS DE PATOLOGIAS DO ASFALTO EM RODOVIAS DO BRASIL

*THE TYPES OF ASPHALT PATHOLOGIES ON BRAZILIAN
HIGHWAYS*

Nonato de Assis de Melo Queiroz

Resumo

O modal mais utilizado de transporte no Brasil é o rodoviário, sendo ele utilizado para a locomoção de produtos e pessoas. O sistema de rodovias do país é responsável pelo desenvolvimento econômico, onde os centros de produção necessitam do sistema de carga e descarga para complementar o destino final do produto. A grande problemática das rodovias brasileiras está ligada aos inúmeros casos de manifestação de patologias. O conforto dos usuários acaba sendo comprometido por conta dos diversos tipos de patologias que surgem no decorrer da vida útil do pavimento. O presente trabalho buscou abordar as principais patologias encontradas na pavimentação asfáltica. O objetivo geral deste trabalho buscou compreender as principais causas das patologias nos pavimentos das rodovias no Brasil. A metodologia utilizada será uma revisão bibliográfica exploratória com expressão qualitativa baseada em referências bibliográficas extraídas de artigos científicos, livros e trabalhos publicados para demonstrar teses e estudos de autores, cuja temática a ser explorada são as principais patologias encontradas nas rodovias. Conclui-se que este trabalho contribui para a compreensão da importância do controle de qualidade das vias que possuem pavimentação asfáltica, onde o controle das patologias é fundamental para garantir o conforto e a segurança do condutor.

Palavras-chave: Plano de Prevenção e Combate a incêndios. Incêndio. Segurança. Edificações. Prevenção.

Abstract

The most used mode of transport in Brazil is road, which is used to move products and people. The country's highway system is responsible for economic development, where production centers need a loading and unloading system to complement the final destination of the product. The great problem of Brazilian highways is linked to the countless cases of manifestation of pathologies. The comfort of users ends up being compromised due to the different types of pathologies that arise during the useful life of the pavement. The present work sought to address the main pathologies found in asphalt paving. The general objective of this work sought to understand the main causes of pathologies on the pavements of highways in Brazil. The methodology used will be an exploratory bibliographical review with qualitative expression based on bibliographical references extracted from scientific articles, books and works published to demonstrate theses and studies of authors, whose theme to be explored are the main pathologies found on the highways. It is concluded that this work contributes to the understanding of the importance of quality control of roads that have asphalt paving, where the control of pathologies is fundamental to guarantee the comfort and safety of the driver.

Keywords: Fire Prevention and Fighting Plan. Fire. Safety. Buildings. Prevention.



1. INTRODUÇÃO

O meio de transporte mais popular no Brasil é a ferrovia, que é usada para transportar mercadorias e pessoas. O objetivo da malha rodoviária brasileira é ligar os principais polos econômicos do país aos polos de transporte, como portos, aeroportos e estações ferroviárias, para completar a destinação final do produto.

O principal fator que afeta a qualidade da rede rodoviária brasileira é a manifestação de patologias. Patologias são defeitos, construtivos ou não, desenvolvidos ou agravados com o tempo em função do uso, intemperismos ou por errôneo dimensionamento, que fazem com que o pavimento deixe de exercer sua função de oferecer um rolamento confortável e seguro para as rodovias nas quais foram construídos.

As rodovias brasileiras são de extrema importância para o desenvolvimento do País. Entretanto, de acordo com dados oficiais, cerca de 60% das rodovias pavimentadas apresentam algum tipo de patologia. Deste modo, quais as causas das patologias nos pavimentos das rodovias no Brasil?

O objetivo geral buscou compreender as principais causas das patologias nos pavimentos das rodovias no Brasil. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar as principais patologias das rodovias brasileiras, definir os principais fatores que ocasionam a falha prematura nos pavimentos e avaliar proposta de melhoria na qualidade dos pavimentos nas rodovias do Brasil.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de uma revisão da literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Akishino (2011), Balbo (2007), Bonfim (2011), por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 15 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: Pavimentação, Patologia, Asfalto, Rodovias e Manutenção.

2. IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS DAS RODOVIAS BRASILEIRAS

De acordo com a Confederação Nacional dos Transportes, ou CNT, o pavimento brasileiro tem pouca tração, pois uma parte significativa de suas rotas é contratada pelo governo federal. Mais de 3 bilhões de dólares são distribuídos anualmente para a construção e manutenção das rodovias federais do país. No entanto, esse valor ainda é considerado baixo para o processo de construção e recuperação de rodovias federais (AFFONSO; BRITO, 2009).

Nas últimas duas décadas, todos os investimentos em pavimentação nas rodovias brasileiras ganharam reconhecimento; houve um aumento notável na atividade de construção. A questão é que esse investimento ficou aquém do necessário para um ambiente competitivo, principalmente no processo produtivo. Devido à matriz modal, a infraestrutura de transporte é inadequada e não consegue atender as demandas do trânsito (MARCANTE, 2013).

Aproximadamente 70% do transporte de automóveis no Brasil ocorre nas estradas. A quantidade média de tráfego nas estradas é de 25%, seguida pelas hidrovias com 13%, rodovias com 6% e tráfego aéreo com menos de 2%. Os modais de transporte rodoviário são indiscutivelmente inadequados, e isso porque a atenção do público tem sido atraída para

eles pelos investimentos feitos neles, apesar de representarem um meio de transporte muito sobre utilizado em comparação com outros modais. Vale destacar que o principal meio de transporte do país, a ferrovia, transporta quase 95% dos passageiros (MEDINA; MOTTA, 2015).

O sistema rodoviário brasileiro encontra-se atualmente em uma posição insatisfatória para seus usuários, tanto em termos de desempenho quanto em termos de economia e segurança. As estradas brasileiras receberam um índice de insatisfação de 97% em 1990 e foram rotuladas como ruins deficientes e em ruínas em relação ao seu estado geral. Observando que suas melhorias foram significativamente mais lentas do que na década anterior. Avaliação geométrica, avaliação de pavimento e sinalização de rota apresentam instabilidade (MOREIRA; PEREIRA, 2007).

A falta de investimento em infraestrutura causa uma série de prejuízos aos motoristas, incluindo aumento significativo no número de acidentes, esgotamento do espaço de carga e altos custos de manutenção. Segundo estimativas da Associação Brasileira Nacional dos Usuários de Transporte (Anut), o Brasil perde R\$ 6 bilhões anualmente como resultado das condições perigosas que suas ferrovias encontram. A falta de manutenção preventiva na pavimentação das principais vias do país também prejudica a economia (AKISHINO, 2011).

A capacidade de produção da nação, conhecida como “Custo Brasileiro”, sempre foi influenciada pela precária infraestrutura rodoviária, bem como pelos demais modais de transporte brasileiros. As melhorias na infra-estrutura visam especificamente o financiamento da construção e manutenção das estradas. A manutenção das estradas é tradicionalmente financiada por recursos públicos que vêm de impostos que são pagos à dívida nacional e são destinados anualmente pelo estado e pelos Estados Unidos (AFFONSO; BRITO; CLOVIS, 2009).

De 1978 a 1990, os recursos do Fundo de Estradas Nacionais (FRN) provieram da arrecadação de impostos sobre combustíveis e lubrificantes, que subsidiavam o governo federal no financiamento da construção de novas rodovias nas regiões Norte e Nordeste, onde o risco às rodovias foi mais alto. Esse financiamento levou à expansão da rodovia pavimentada brasileira em 23% entre 1993 e 2000 (FARIAS; PALMEIRAS, 2010).

Essa paisagem de pavimentação passou por inúmeras mudanças ao longo dos anos; os repasses de recursos foram feitos pelo Fundo Nacional do Desenvolvimento (FND) e atingiram 70% em 2002. Essa tendência só se intensificou à medida que as deficiências de infraestrutura melhoraram significativamente ao longo dos anos e o financiamento bancário se desenvolveu graças a recursos de outras nações (BONFIM, 2011).

A Lei N° 10.336 do ano de 19 de dezembro de 2001 foi utilizada para criar a Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico, que ajudou a aumentar os recursos investidos no túnel rodoviário brasileiro. Essa contribuição foi feita com a intenção de financiar os setores de infraestrutura do setor de transportes, que incluíam financiamento para subsídios ao álcool e ao gás, bem como proteção ambiental e sistemas de transporte urbano anteriormente não reconhecidos (FARIAS; PALMEIRAS, 2010).

Nos anos seguintes, surgiram novas fontes de financiamento com potenciais e tradicionais horizontes de curto, médio e longo prazos de bancos de desenvolvimento nacionais e internacionais. Esses investimentos receberam apoio das parcerias públicas e privadas do Fundo de Investimento em Direitos Creditórios (FIDCs), conhecidos no mercado financeiro como fundos disponíveis para reconstrução de pavimentação. Esses fundos são geridos por agências federais e estaduais, e seu principal objetivo é acelerar a construção e restauração das rodovias danificadas do país (MEDINA; MOTTA, 2015).

O termo pavimento significa a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito a infra-estrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito. (DNIT, 2010, p.95).

Já Balbo (2007, p. 35) define que “pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao mínimo custo”.

Por fim, A NBR 7207/82 da ABNT define pavimento como uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos; melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; e Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornado mais durável a superfície de rolamento (NBR, 1982).

As camadas típicas de um pavimento são identificadas como: Revestimento, Base, Sub-base e Reforço de subleito. Segundo Bonfim (2011), o revestimento é a camada impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir a derrapagem, aumentando a durabilidade da estrutura.

A base é a camada responsável por resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuindo-as. Além de permitir a drenagem da água que se infiltra (por meio de drenos) e resistir às deformações. A sub-base é a camada complementar à base, tem as mesmas funções da base e a complementa, reduz a espessura e promove economia (BERNUCCI, 2006).

Ao longo da vida útil de um pavimento o mesmo está sujeito a cargas não constantes e de diferentes intensidades, direção e sentido, bem como intemperismos do meio. A deterioração de estruturas de pavimentos rodoviários ocorre gradualmente através do desgaste dos componentes físicos, ocasionando a queda da serventia (AKISHINO, 2011).

De acordo com Demarchi (2000) as velocidades de deterioração nos pavimentos tendem a ser maior que nas demais estruturas, em vista de sua grande exposição aos agentes climáticos e ao seu modo de utilização pelas cargas do tráfego. Portanto, não é suficiente construir-se um pavimento de forma adequada e ignorar as consequências econômicas e funcionais de seu desempenho a médio e longo prazo.

Com relação aos tipos de patologias que ocorrem nos pavimentos, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2010) traz uma listagem com a nomenclatura dos defeitos, empregada em métodos de avaliação de qualidade de pavimentos no Brasil.

3. PRINCIPAIS FATORES QUE OCASIONAM A FALHA PREMATURA DOS PAVIMENTOS

Os materiais de construção, no decorrer de sua vida de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração inevitáveis que implicam a alteração de suas propriedades mecânicas. Tal fato se traduz nos materiais de camadas de pavimentos, sendo sua degradação motivada por cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais, como temperatura e umidade etc. Dano, deterioração, degradação são nomes possíveis para descrever o processo de perda de qualidade estrutural ou funcional dos pavimentos (IWANAGA, 2007).

Não se pode estabelecer, de modo inquestionável, o processo de degradação ou danificação estrutural de dado pavimento, ou, ainda, dos materiais que especificadamente são empregados em sua estrutura. Ao se considerarem os possíveis mecanismos de ruptura em pavimentos, deve-se pensar que existem sítios geológicos e pedológicos diversos; diferentes condições climáticas e morfológicas; políticas de cargas para diferentes veículos comerciais; utilização de materiais peculiares em cada região, além de tradições construtivas e de projeto muito variadas. (BALBO, 2007,).

Os principais fatores que ocasionam a falha prematura dos pavimentos asfálticos geralmente são gerados a partir da má execução do projeto, problemas construtivos, falha na seleção dos materiais, inadequações nas alternativas de conservação e manutenção entre outros fatores. Esses defeitos provocam a deterioração do revestimento e das camadas subjacentes, prejudicando o rolamento, conforto e a segurança na via, trazendo também prejuízos aos usuários e aos veículos (SILVA, 2005).

4. PROPOSTAS DE MELHORIA NA QUALIDADE DOS PAVIMENTOS NAS RO-DOVIAS DO BRASIL

A realização de possíveis manutenções preventivas com uso de novas metodologias de planejamento e acompanhamento de obra, para melhorar as técnicas de execução de serviços e podendo obter melhor qualidade dos pavimentos rodoviários e conseqüentemente aumentando sua durabilidade.

Para isso, torna-se essencial fiscalizar, acompanhar periodicamente as condições das rodovias e realizar atividades de manutenção nos pavimentos, como conservação rotineira, conservação preventiva e restauração. Que devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, a fim de se identificar e planejar as necessidades de intervenção e melhoria contínua do pavimento (ROCHA, 2010).

Os materiais de construção, no decorrer de sua vida de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração inevitáveis que implicam a alteração de suas propriedades mecânicas. Tal fato se traduz nos materiais de camadas de pavimentos, sendo sua degradação motivada por cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais, como temperatura e umidade etc. Dano, deterioração, degradação são nomes possíveis para descrever o processo de perda de qualidade estrutural ou funcional dos pavimentos (AKSHINO, 2011).

Os remendos são os reparos que são feitos em alguns tipos de camada asfálticas, que tem como principal objetivo preenchimento a quente ou a frio de misturas betuminosas para assim sarar os danos ocasionados pela deterioração do temo e do uso (ROCHA, 2010).

Esses remendos podem superficiais, quando buscam apenas selar de forma provisória as trincas, visando minimizar a entrada de umidades que podem ser uma camada mais fina betuminosa. O remendo mais profundo por sua vez busca fazer a remoção das camadas mais profundas e por conta disso recebem uma camada betuminosa em volume maior. Todo o processo de reparação dos buracos e a desagregação podem receber os chamados remedos, sendo eles profundos ou superficiais. Esse tipo de reparo varia da classe e do grau de profundidade da patologia (BERNUCCI, 2006).

É comum nos pavimentos asfálticos aparecerem os trincamentos ocasionados por fadiga que são comumente chamados de “couro de jacaré”, esses tipos de patologia recebem uma carga superior nos seus reparos. Isso ocorre porque uma camada fina ocasiona danos maiores e pode colocar em risco todo o desempenho estrutural.

Os trincamentos são considerados como os defeitos mais comuns que surgem na pavimentação asfáltica, a maior parte dessas patologias recebem reparos menos, o que evitam a entrada de água nas camadas inferiores. A selagem é o método recomendado para os reparos nas trincas, por ser eficiente e economicamente mais barato, evitam afetar as camadas inferiores (FARIAS; PALMEIRAS, 2010).

Todas as atividades de manutenção nos pavimentos, como conservação rotineira, conservação preventiva, restauração, devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, de forma a manter e prolongar seu período de vida, mantendo assim as condições adequadas de trafegabilidade. No entanto, os recursos para recuperar um determinado nível de estado de serventia nem sempre estão disponíveis de forma oportuna.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de expansão territorial, o acesso as áreas cultiváveis e de matéria-prima fizeram com que surgissem as primeiras estradas na China, no decorrer da história essas estradas foram se aperfeiçoando cada vez mais, os romanos foram responsáveis pela padronização. Assim como na antiguidade, a malha rodoviária é considerada essencial para o processo de desenvolvimento econômico e social de um país.

O pavimento é uma estrutura, executada após a etapa de terraplanagem, que é destinada a resistir às mudanças impostas pelo tráfego de veículos e do clima. Sua elaboração necessita ser feita, para que esta possua o máximo de durabilidade, assim como custo de construção mínimo garantindo o conforto, a segurança e boas condições de rolamento. Ressalta-se que o pavimento deve ser composto por camadas de diferentes materiais e espessuras, que se apoiam sobre o solo de fundação, buscando garantir o alívio de pressões nas camadas subjacentes.

No decorrer deste trabalho foi abordado que o Brasil com o passar dos anos pôde melhorar seu desenvolvimento econômico através do modal rodoviário, o desenvolvimento acelerado da produção do país ocorreu após o processo de pavimentação rodoviário, o que facilitou o transporte de cargas. Para os países subdesenvolvidos era praticamente impossível manter o transporte de cargas sem que houvesse a malha rodoviária, o que contribuía para o baixo desenvolvimento econômico.

Porém a realidade do Brasil ainda é considerada precária, se comparada com outros países. A falta de manutenção das rodovias coloca em discussão a segurança dos motoristas e contribui para a geração de resíduos resultantes da fresagem dos trechos que possuem revestimento com deficiência. Nos últimos anos as empresas brasileiras responsáveis pelo processo de pavimentação das rodovias brasileiras têm investido em tecnologias de reciclagem de pavimento, como forma de reduzirem o custo final da obra, diminuindo o gasto com ligante, a exploração de jazidas de agregados e o consumo de energia, assim como beneficiando o meio ambiente.

O trabalho aqui desenvolvido, buscou estudar através da revisão bibliográfica as principais patologias encontradas na pavimentação asfáltica, levando em consideração todos os fatos históricos que ocorreram nas últimas duas décadas que contribuíram para o surgimento desses defeitos nas diversas etapas dos pavimentos. Nesse contexto, levou-se em consideração o processo construtivo da pavimentação no Brasil e a ausência da prevenção das patologias que podem surgir precocemente nas rodovias do país. Ressalta-se que a importância da instrução para a tomada de decisões corretas do método corretivo que

será implantado.

Conclui-se, portanto que o principal fator que afeta a qualidade da rede rodoviária brasileira é a manifestação de patologias. Essas patologias são defeitos, construtivos ou não, desenvolvidos ou agravados com o tempo em função do uso, intemperismos ou por errôneo dimensionamento, que fazem com que o pavimento deixe de exercer sua função de oferecer um rolamento confortável e seguro para as rodovias nas quais foram construídos. É fundamental a elaboração de um projeto que faça a estruturação da pavimentação asfáltica, buscando minimizar as patologias, assim como conservação rotineira, conservação preventiva, restauração, devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, de forma a manter e prolongar seu período de vida, mantendo assim as condições adequadas de trafegabilidade.

Referências

- AFFONSO, Nazareno S; BRITO, Juliana M; CLÓVIS, **Granado. Mobilidade Urbana e Inclusão Social**. Brasília, 2009.
- AKISHINO, Pedro. **Introdução à Engenharia de Tráfego**. Universidade Federal do Paraná, 2011.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.
- BONFIM, V. **Fresagem de Pavimentos Asfálticos**. 3 Ed., São Paulo, Exceção Editorial, 2011.
- BERNUCCI, Liedi Bariani. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petróbrás: Abeda, 2006.
- DEMARCHI, Sergio Henrique. **Influência dos veículos pesados na capacidade e nível de serviço de rodovias de pista dupla**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2000.
- DNIT – **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Manual de Projeto geométrico de travessias urbanas. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.
- FARIAS M. M; PALMEIRA E. M. Agregados para construção civil. In: ISAIA, G. C. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010.
- GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Notas de aula, ITA, São José dos Campos, 1999.
- IWANAGA, F. I. Avaliação da influência do tipo de agregado, do tipo de ligante, do tipo de moldagem, do tipo de fíler na vida de fadiga de misturas asfálticas densas. 2007. 119p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- MARCANTE, Arnaldo. **Entrevista para Obtenção de Dados de Ocorrências de Trânsito no Cruzamento da Rua Nereu Ramos com Rua Guarani**. 3º Batalhão da Polícia Militar do Paraná. 16 de Julho de 2013.
- MEDINA, J; MOTTA, L.M.G. Mecânica dos Pavimentos. Rio de Janeiro: Interciência, 2015.
- MOREIRA, J. P.; PEREIRA, P.; **Reutilização de material fresado em camadas estruturais de pavimento – Novas perspectivas**. VI Jornadas Luso Brasileiras de Pavimentos. Faculdade de engenharia da universidade do Porto. Porto, Portugal, Novembro de 2007.
- SILVA, P.F.A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 1. ed. São Paulo: Pini Editora, 2005.

9

OS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL *SOLID WASTE IN CIVIL CONSTRUCTION*

Rodrigo Pinheiro Vieira

Resumo

As atividades da indústria da construção civil têm alterado as condições ambientais ao longo dos anos por conta do aumento do volume de resíduos. Os descartes inadequados geram uma série de impactos ao meio ambiente e a sociedade, por conta de suas características químicas e minerais que esses materiais possuem, causando danos ao solo, ao ar e a água, além da constante alteração da natureza. Os Resíduos Sólidos da Construção civil (RCC) que ao longo dos anos tornou-se alvo de preocupação e de discussões por ser um setor que gera uma quantidade de resíduos maior, as atividades da construção civil se destacam por ser um grande consumidor dos recursos naturais, principalmente por conta de materiais como argamassa e área que são grandes geradores de resíduos e poluentes. Ressalta que a falta de conscientização e as negligências da população ocasionam uma série de depósitos de resíduos em locais considerados inapropriados, o que geram impactos socioambientais, como por exemplo, a proliferação de vetores de doenças, assoreamento de córregos e rios, e conseqüentemente propagam a poluição visual causando a população e as cidades uma série de danos ambientais. O objetivo geral buscou compreender os principais impactos ocasionados pela geração de resíduos da construção civil. A metodologia foi feita através de uma revisão da literatura, no qual será realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados com consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis. Conclui-se, portanto, que os gerenciamentos corretos desses resíduos ocasionam benefícios para o meio ambiente viver em harmonia com a sociedade, além de proporcionar uma qualidade de vida melhor.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil. Construção Civil. Destinação. Controle. Reaproveitamento.

Abstract

The activities of the civil construction industry have changed environmental conditions over the years due to the increase in the volume of waste. Improper disposal generates a series of impacts on the environment and society, due to their chemical and mineral characteristics that these materials have, causing damage to the soil, air and water, in addition to the constant alteration of nature. Solid Waste from Civil Construction (RCC), which over the years has become the subject of concern and discussion because it is a sector that generates a greater amount of waste, civil construction activities stand out for being a large consumer of natural resources, mainly due to materials such as mortar and area that are large generators of waste and pollutants. It emphasizes that the lack of awareness and negligence of the population cause a series of waste deposits in places considered inappropriate, which generate socio-environmental impacts, such as, for example, the proliferation of disease vectors, silting up of streams and rivers, and consequently propagate the visual pollution causing the population and cities a lot of environmental damage. The general objective sought to understand the main impacts caused by the generation of construction waste. The methodology was carried out through a literature review, in which a consultation of books, dissertations and scientific articles selected through a search in the following databases with consultation of books, dissertations and scientific articles and reliable sites will be carried out. It is concluded, therefore, that the correct management of these residues brings benefits to the environment, to live in harmony with society, in addition to providing a better quality of life.

Keywords: Civil Construction Waste. Construction. Destination. Control. Reuse.



1. INTRODUÇÃO

As atividades da indústria da construção civil têm alterado as condições ambientais ao longo dos anos por conta do aumento do volume de resíduos. Os descartes inadequados geram uma série de impactos ao meio ambiente e a sociedade, por conta de suas características químicas e minerais que esses materiais possuem, causando danos ao solo, ao ar e a água, além da constante alteração da natureza. Outro aspecto é ligado aos desperdícios de materiais, que gera custos para as obras.

A temática busca estudar a expressiva quantidade de resíduos gerados pela construção civil e o descarte inadequado que remetem uma necessidade urgente de ação da sociedade, dos poderes públicos e do setor da construção civil. Essa discussão busca encontrar soluções tem como principal objetivo encontrar soluções que minimizem os impactos ambientais e melhorem a qualidade de vida da população, principalmente as que vivem nas áreas urbanas.

A pesquisa buscou compreender como os resíduos da construção civil podem ser gerenciados de forma correta, sendo esse um estudo necessário para compreender a importância da destinação final desses resíduos, assim como o processo de reutilização na própria obra. Trata-se de uma discussão que ganhou destaque por conta da necessidade de abordar a classificação desses resíduos e compreender como o processo de gerenciamento correto pode gerar vantagens para a indústria da construção civil e população em geral.

A indústria da construção civil não se destaca apenas por seus impactos na economia. Esta é também responsável por produzir uma grande quantidade de resíduos. Diante desse contexto nasce uma problemática a ser analisada: Quais impactos causados pelos resíduos da construção civil?

O objetivo geral do artigo buscou compreender os principais impactos ocasionados pela geração de resíduos da construção civil. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar os resíduos da construção civil, definir a classificação dos resíduos da construção civil e abordar a importância da destinação final dos resíduos da construção civil.

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma revisão da literatura, no qual será realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados com consulta a livros, dissertações e por artigos científicos e sites confiáveis. Os principais autores consultados foram: Camena (2016), Freitas (2018) e Sipres (2019). O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave a serem utilizadas na busca serão: Resíduos da Construção Civil, Construção Civil, Destinação, Controle e Reaproveitamento.

2. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é uma das áreas mais importantes para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. O grande crescimento populacional e o processo de acelerado de urbanização contribuíram para o desenvolvimento da indústria da construção civil, onde a necessidade de novas moradias, melhores condições de saneamento básico e estruturas para as edificações se tornaram essenciais. Em contrapartida esse setor passou a gerar danos ao meio ambiente e a saúde humana (ZAMARCHI, 2015).

Camemar e Scheid (2016) citam que o setor da construção civil é responsável pela ge-

ração de resíduos da construção e de demolição que são classificados como RCDs. Esse tipo de resíduo provoca inúmeros impactos no meio ambiente e na sociedade quando não é destinado de maneira correta. Por conta da disposição em locais inadequados esses resíduos contribuem para a degradação da qualidade ambiental.

A Lei N° 12.305 de 2 de agosto de 2010 é responsável por instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem como objetivo e instrumento diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, que incluem os perigosos e os de responsabilidade dos geradores assim como o do poder público que são instrumentos aplicáveis (SKOWRONSKI, 2013).

Os resíduos da construção civil são classificados como os restos de materiais que descartados em uma obra, onde a princípio não possuem nenhum tipo de utilização. Logo os resíduos da construção civil são provenientes de construções, reformas, demolições e reparos de obras das obras, assim como resultados da preparação da escavação de terrenos, como: blocos de cerâmica, concreto, rochas, solos, metais, resinas, colas, madeiras, forros, argamassa, gesso, pavimentos asfálticos, vidros, tubulações, plásticos etc. (SCHLINDWEIN; ROSA, 2017).

Segundo a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 307 que teve sua publicação feita em 5 de julho de 2002 as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão e gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (RCC) define que existem quatro classes de resíduos com perspectivas que contribuem para distinção do conhecimento e do entendimento da população, além de definirem os responsáveis pela geração dos mesmo, sendo pessoas físicas ou jurídicas, empresas públicas ou privadas, ou empreendimentos que contribuem para geração inadequada (SCARPO; PIUCCO, 2017). No quadro 1 é possível compreender a classe dos resíduos e alguns exemplos.

CLASSE	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis	Agregados, tijolos, blocos, telhas e revestimentos cerâmicos e argamassa.
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Espumas expansivas, fitas de amarração de blocos de concreto e telas de proteção.
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriunda de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Quadro 1. Classe dos Resíduos de acordo com a Resolução do CONAMA N° 307

Fonte: Scarpo e Piucco (2017, p. 67)

É possível compreender que a classe de resíduos é feita com base na classificação dos resíduos. Na resolução de n° 431 de 2011 ocorreram à alteração da Classe B onde esses são

os resíduos recicláveis para outro tipo de destinação, como: plástico, metais, vidros, papelão, papel, madeira e gesso. Já a classe C são os resíduos onde para estes não foram desenvolvidas tecnologias para as aplicações economicamente transitáveis que contribuam para o processo de reciclagem ou de recuperação (CAMENAR; SCHID, 2016).

3. A CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS E O PLANO DE GERENCIAMENTO

A norma da ABNT NBR 10.004 o grande objetivo da classificação dos resíduos sólidos. É de responsabilidade dessa norma a classificação dos resíduos sólidos referentes aos riscos potenciais a saúde pública e ao meio ambiente, onde esses podem contribuir para o gerenciamento adequado, que não abrangem os resíduos radioativos, sendo as classes: Resíduos Classe I - Perigosos, Resíduos Classe II – Não perigosos, Resíduos Classe II A – Não inertes e Resíduos Classe II B- Inertes (MAIA, 2019).

Nos Resíduos Classe – Perigosos são os que apresentam periculosidade e que possuem características físicas, químicas ou infecto contagiantes, apresentando assim risco a saúde pública e ao meio ambiente. Os Resíduos Classe II – Não perigosos são os encontrados em resíduos de madeira, materiais têxteis, minerais, areia de fundição, bagaço de cana ou em outros materiais não perigosos. Sendo estes divididos em Resíduos classe II A – Não inertes e Resíduos classe II B – Inertes (FREITAS, 2018).

Os Resíduos classe II A – Não inertes são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I (perigosos) ou nos resíduos de classe II B (inertes) de acordo com os termos da norma. Esses resíduos podem ter propriedade como: biodegradabilidade, combustibilidade e até mesmo solubilidade. Já os Resíduos classe II B – Inertes são apresentados de forma representativa de acordo com a ABNT NBR 10007 que são submetidos a um contato mais dinâmico estático com a água destilada ou deionizada de acordo com a temperatura ambiente.

4. O PLANO DE GERENCIAMENTO OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGCC) é um documento técnico que visa identificar a quantidade de geração de cada tipo de resíduos de origem da construção, reforma, reparo, demolição de obras civis ou qualquer atividade de origem de escavação ou preparação de terrenos. O plano tem como principal objetivo esclarecer os procedimentos de destinação e manejo dos resíduos da construção civil (BARROS, 2014).

É comum que tijolos cerâmicos, concreto, solos, rochas, resinas, tintas, madeiras, compensados, gesso, pavimento asfáltico ou qualquer outro tipo de entulho seja descartado de maneira irregular. Por conta disso o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (busca indicar a destinação final conforme consta na classificação dos resíduos, sendo estes definidos pela Resolução do CONAMA N° 307/2002 e suas alterações (COSTA; ROSADO; PENTEADO, 2017)

O processo de segregação dos resíduos da construção civil deve ser feito obrigatoriamente pelo seu gerador, onde é necessário que este garanta o manejo adequado nas etapas de geração. Esse tipo de descarte pode ser o acondicionamento, o transporte, o transbordo, o tratamento, a reciclagem, a destinação e a disposição final (DEGAN, 2003).

São vários os motivos que buscam justificar a geração excessiva de Resíduos da Construção Civil, um deles tem relação com a falta de mão-de-obra qualificada, que ocasiona

falhas na construção e não emprega os princípios de racionalização de materiais dentro dos canteiros de obra. A produção excessiva também é um fator que contribui para a geração do descarte dos resíduos (MAIA, 2019).

Nesse contexto diversas metodologias ligadas a gestão ambiental citam a produção limpa como ferramenta que deve ser aplicada ao setor da construção civil para minimizar os impactos ambientais. As fontes geradoras de resíduos necessitam aplicar os programas da gestão ambiental alinhadas aos princípios da produção limpa para minimizar os impactos ambientais e diminuir assim o custo da produção (MOREIRA, 2018).

Aliada a resolução do CONAMA a Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu art. 18 criou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos que deve ser seguidos pelas prefeituras, onde estas recebem verba destinada a limpeza dos municípios. Em seu art. 20 da PNRS compreendem-se a necessidade de elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para os empreendimentos do setor da construção civil, onde esses devem se responsabilizar pelas ações ilegais contra natureza, assim como os resíduos destinados de forma indevida (LOPES, 2018).

O gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil necessita de uma caracterização dos resíduos que geram. Esse tipo de conhecimento norteia e define todas as etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que podem ser a segregação, o acondicionamento, que incluem o tratamento adequado dos resíduos e sua disposição final. Esse plano foi adequado de acordo com a legislação vigente. Segundo a Resolução da CONAMA nº307 da construção civil podem ser agrupados em quatro diferentes classes conforme consta na figura 1 (MAIA, 2019).

5. A IMPORTÂNCIA DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS

Todos os problemas associados à RCC em grande parte das vezes estão associados às disposições irregulares e clandestinas. Em grande parte essa disposição de resíduos domiciliares, industriais e hospitalares é feita em lixões e outros locais inapropriados. Entre os principais impactos ambientais está a poluição do solo e a poluição hídrica que ocorre quando esses materiais são depositados próximos a córregos e rios comprometendo a estabilidade das encostas e gerando danos ao processo de drenagem urbana (COSTA, 2014).

Com o gerenciamento de resíduos busca-se evitar a contaminação do solo e da água e assim diminuir a disseminação de inúmeras doenças que contribuem para os problemas ambientais. A gestão desses resíduos possui inúmeras etapas que são estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre elas constam a redução de geração de resíduos, onde é possível reduzir de acordo com as seguintes etapas: o acondicionamento, à destinação e a disposição final dos resíduos (MOREIRA, 2018).

A maioria das empresas do ramo da construção civil tem uma consciência ambiental e com a saúde humana inserida dentro de sua cultura organizacional, isso começa desde o momento em que elas elaboram suas estratégias empresariais e começam a compreender todos os aspectos ambientais que estão ao seu redor. Isso cria uma vantagem em relação à competitividade, os fornecedores, clientes e sobre a comunidade (SIPRES, 2019). Mostrar a sociedade que se tem uma preocupação com o meio ambiente, cria um laço de responsabilidade entre consumidor e empreendedor, é justamente esse o aspecto mais relevante da geração de resíduos (ZAMARCHI, 2015).

Os investimentos garantem a possibilidade de retorno econômico. Então para as empresas investirem em estratégias que possibilitem compreender a necessidade ambiental

e da saúde humana, é necessário que elas criem em uma visão ampla sobre as necessidades do mercado moderno. Para que se tenha um aumento no potencial dos lucros das empresas, os investimentos voltados para a contenção de resíduos devem depender da estrutura organizacional e das competências que trabalham a minimização dos desperdícios e da otimização da cadeia de suprimentos (MOREIRA, 2018).

A responsabilidade ambiental das organizações se tornou uma tendência social global, onde os chamados consumidores verdes exigem que suas necessidades perante as questões ambientais sejam exigidas (FREITAS, 2018). Estes por sua vez não se contentam apenas com produtos e serviços que se encontrem fora das especificações pré-estabelecidas em conformidade com as normas e padrões de preservação e conservação do meio ambiente e cuidados com a saúde humana.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil é comumente reconhecida por conta da sua atividade de desenvolvimento econômico, porém responde de forma significativa por uma parcela dos impactos negativos relacionados ao meio ambiente e a saúde humana, seja ele por conta da exploração indevida dos recursos naturais ou por conta da geração de resíduos. Os canteiros de obras ocasionam em suas atividades uma série de perdas de materiais que possuem resíduos, o que se agrava mais ainda com o descarte inadequado.

Grande parte dos resíduos sólidos da construção civil não pode ser reciclada, seu destino final acaba sendo incorreto e ocasionando uma série de problemas ao meio ambiente, como a degradação dos centros urbanos, ocasionando enchentes, entupimento de esgotos e propiciando a população doenças que são transmitidas por ratos, moscas e baratas. Algumas empresas tentam disseminar a ideia de que a reciclagem e a destinação correta desses resíduos sejam feitas nos canteiros de obra, porém se não houver uma fiscalização adequada para garantir que os programas de gestão de resíduos sólidos estão sendo devidamente aplicada, a degradação do meio ambiente assim como prejudicam saúde humana.

Conclui-se, portanto que o objetivo geral foi atingido onde buscou-se compreender os principais impactos ocasionados pela geração de resíduos da construção civil. Logo como contribuição acadêmica a presente pesquisa busca apresentar a importância das diretrizes, os critérios e os procedimentos para compreender a gestão dos resíduos sólidos na construção civil, onde se aborda as ações necessárias para tentar minimizar os impactos ambientais e prejuízos a saúde humana. Para a sociedade de modo geral buscou disseminar conhecimento sobre um novo modelo de gestão, que responsabiliza todos os agentes envolvidos na indústria da construção civil, que vai desde os geradores e transportadores desses resíduos. Os gerenciamentos corretos desses resíduos ocasionam benefícios para o meio ambiente viver em harmonia com a sociedade, além de proporcionar uma qualidade de vida melhor.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004:2004** Resíduos sólidos – Classificação. Elaboração Rio de Janeiro: ABNT, 2004

BARROS, L. B. M. **Gerenciamento dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte**. 2014. 52 f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

CAMENAR, M. T., SCHEID, M. F. **Análise do Sistema de Gestão de Resíduos da Construção Civil: Estudo de caso no Município de Pato Branco – PR.** 2016. 93 f. Dissertação (Graduação) - Curso Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

COSTA, I. A. C. **Resíduos de Construção e Demolição: fatores determinantes para a sua gestão integrada e sustentável.** 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado) Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2014.

COSTA, B. V., ROSADO, L. P., PENTEADO, C. S. G. Geração e caracterização dos resíduos da construção civil no Brasil – Análise do estado da arte. **V Simpósio sobre Resíduos Sólidos (SIRS) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP.** p. 1-5, 2017.

FREITAS, L. D. **Reaproveitamento de resíduos sólidos da construção civil no Brasil.** 2018. Disponível em: <https://domtotal.com/noticia/1262733/2018/06/reaproveitamento-deresiduos-solidos-da-construcao-civil-no-brasil/>. Acesso em: 18 set. 2022.

LOPES, G. K. M. Metodologia de avaliação da eficácia do Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil pela gestão Pública Municipal. **Universidade Federal do Pará.** Tucuruí-PA. 2018. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/37393/22150> . Acesso em 15 de set. 2022.

MAIA, M. C. R. **Proposta de modelo de gestão consorciada de resíduos da construção civil (RCC) na unidade de gerenciamento do Rio São João-MG (MB 13).** 2019. 153 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2019.

MOREIRA, B. S. **Gestão de RCC (Resíduos de Construção Civil): Estudo de caso da construção da escola de tempo integral em Palmas-TO.** 2018. 39 f. Dissertação (Graduação) -Curso de Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas, 2018.

SCHLINDWEIN, B. B., ROSA, M. E. **Destinação dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em Florianópolis/SC: Estudo de Caso.**2017. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SCARPATO, I. de P., PIUCCO, Y.B.. **Resíduos Sólidos na Construção Civil: Pesquisa de Campo Relacionado à Resolução 307 Do Conama no Município de Tubarão/SC.** 2017. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

SIPRES, C. **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.

SKOWRONSKI, P. C. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município de São Carlos-SC.** 2013. 43 f. Monografia (Especialização) – Especialização em Gestão Ambiental em Municípios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

ZAMARCHI, M. G. Gestão Ambiental de Resíduos na Construção Civil e Benefícios para o Meio Ambiente. 2015. **XI Semana de Extensão, Pesquisa e PósGraduação - SEPesq Centro Universitário Ritter dos Reis.** Disponível em: https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3612/994/1144.pdf. Acesso em: 07 set. 2022.

10

A LOGÍSTICA DENTRO DO CANTEIRO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

LOGISTICS INSIDE THE CIVIL CONSTRUCTION SITE

Diogo Gabriel Magalhães Ferreira

Resumo

A presente pesquisa abordou sobre a logística dentro do canteiro de obras da construção civil. A logística surgiu durante as guerras, onde os militares planejavam vários itens importantes, como o armazenamento, a distribuição e a manutenção dos seus armamentos, roupas, alimentos, transportes e etc. Com o passar dos anos a logística foi se adaptando a diversas situações, ganhando assim ênfase em uma série de atividades que tinham como principal alvo, a distribuição de materiais. Na época um instrumento essencial para as tropas, pois graças a essa ferramenta era possível organizar e executar determinadas atividades no momento certo. O avanço das tropas (ou descolamento) necessitava de uma logística que fizesse a manutenção da munição, dos equipamentos e socorros para que a chegada no campo de batalha não sofresse nenhum tipo de alteração. Para a construção civil a logística é vista como ferramenta do controle de suprimentos, onde é necessário controlar o fluxo de entrada e saída de matéria-prima, evitando desperdícios. O objetivo geral buscou compreender a importância da logística como ferramenta auxiliadora no processo de administração de materiais dentro do canteiro de obras da construção civil. O desenvolvimento deste estudo foi bibliográfico e teórico, que visa definir os preceitos e processos adotados no estudo da logística e da administração de materiais. Baseado nos fatores mais determinantes que possam garantir o progresso do negócio diante do mercado competitivo e de uma boa produção. Conclui-se, portanto que a presente pesquisa sobre logística dentro do canteiro de obras, buscou conceituar todos os conceitos ligados a aquisição de materiais, equipamentos e implantação de sistemas de qualidade com foco na otimização do serviço.

Palavras-chave: Construção Civil. Canteiro de Obras. Logística. Cadeia de Suprimento. Armazenamento.

Abstract

This research addressed the logistics within the construction site. Logistics emerged during wars, where the military planned several important items, such as storage, distribution and maintenance of their weapons, clothing, food, transport and so on. Over the years, logistics has been adapting to different situations, thus gaining emphasis in a series of activities whose main target is the distribution of materials. At the time, it was an essential instrument for the troops, as thanks to this tool it was possible to organize and carry out certain activities at the right time. The advance of the troops (or detachment) needed a logistics that maintained the ammunition, equipment and aid so that the arrival on the battlefield did not suffer any type of alteration. For civil construction, logistics is seen as a supply control tool, where it is necessary to control the input and output flow of raw materials, avoiding waste. The general objective sought to understand the importance of logistics as an auxiliary tool in the process of managing materials within the construction site. The development of this study was bibliographic and theoretical, which aims to define the precepts and processes adopted in the study of logistics and materials management. Based on the most determining factors that can guarantee the progress of the business in the face of a competitive market and good production. It is concluded, therefore, that the present research on logistics within the construction site, sought to conceptualize all the concepts related to the acquisition of materials, equipment and the implementation of quality systems with a focus on the optimization of the service.

Keywords: Construction. Construction site. Logistics. Supply chain. Storage.



1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a logística passou a ganhar mais espaço dentro do cotidiano das empresas, passando a ser mais acentuada. Tornou-se comum usar o termo logístico dentro do sistema organizacional e até mesmo no dia a dia. A logística é uma função administrativa referente ao processo de distribuição de estocagem física, ela lida diretamente com o planejamento, a alocação e o controle de recursos de uma empresa.

Para a construção civil a atuação da logística além de organizar a movimentação e armazenagem de matéria-prima, visa facilitar o fluxo de produtos e serviços desde o processo de aquisição até a entrega ao consumidor final essa ferramenta reorganizou o canteiro de obras, diminuindo os desperdícios de materiais contribuindo assim para o cronograma de entrega das obras. Nesse contexto a atuação dessa ferramenta passou a ser essencial durante a execução dos serviços, fornecendo assim informações necessárias para sanar possíveis problemas.

Logo nasce uma problemática a ser analisada: Como a logística dentro do canteiro de obras contribuiu para diminuir os problemas ligados ao cumprimento de cronograma e desperdício de materiais? É necessário ressaltar que o propósito deste estudo é abordar sobre como logística passou a ter uma atuação significativa dentro do canteiro de obras, contribuindo em diversos aspectos para a redução de materiais e evitando possíveis obstruções da movimentação de equipamentos.

O objetivo geral buscou compreender a importância da logística como ferramenta auxiliadora no processo de administração de materiais dentro do canteiro de obras da construção civil. Já os objetivos específicos buscaram: conceituar o canteiro de obra e a logística, estudar a logística no canteiro de obras e definir os processos de gerenciamento da cadeia de suprimento de materiais dentro do canteiro de obras

O tipo de pesquisa a ser realizada será uma Revisão de Literatura, onde serão pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados livros, sites de banco de dados etc. Os principais autores consultados foram: Aguiar (2016), Cavalcante (2010), Dias (2017). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 10 anos. Para ambos, os descritores procurados serão: “Construção Civil”, “Canteiro de Obras”, “Logística”, “Cadeia de Suprimento” e “Armazenamento”.

2. CONCEITUANDO O CANTEIRO DE OBRAS

A construção civil ao longo dos anos passou a ser um dos setores mais importantes para a economia no Brasil, isso porque é ligada aos aspectos de distribuição territorial e aspectos sociais. Porém por décadas o setor não possui distribuição e remanejamento em suas atividades, o que gerou uma série de consequências negativas na produção e entrega dos serviços (SILVA; SIMÃO, MENEZES, 2018).

Segundo Dias (2017) a ausência de organização dentro dos canteiros de obras estava associada à ausência de cálculos estruturais e projetos arquitetônicos que distribuíssem os materiais de forma correta evitando assim desperdícios. Várias foram às metodologias implantadas ao longo dos anos, porém foi através da logística que o histórico de desenvolvimento das obras passou a caminhar de forma gradativa.

A compreensão sobre os canteiros de obras passou a ser necessário e aplicado nos projetos, baseando-se em planejar e construir métodos que diminuíssem gastos e tempo levando em consideração a localização e melhorias na segurança. A realização das etapas das obras passou a ser vista de modo diferente, o que facilitou a distribuição de materiais e o conhecimento do deslocamento dos funcionários (BEZERRA, 2010).

Assim o canteiro de obras pode ser definido como uma área de trabalho fixa ou temporária, que depende exclusivamente do desenvolvimento da execução das atividades. Segundo a Norma Regulamentadora 18 (NR-18, 1995) pode ser definido como uma das áreas onde a execução das atividades busca apoiar os trabalhos da construção, sendo dividido entre área de vivência e área operacional (ABNT, 2014).

Segundo Aguiar (2016) todos os canteiros de obra são diferentes, porém possuem características comuns dentro de uma visão específica por conta do segmento de atuação. Os canteiros podem ser enquadrados dentro dos seguintes tipos: restrito, longos e estreitos e ambos. Na figura 1 é possível compreender como funciona a tipologia de cada canteiro de obra.

TIPOS	DESCRIÇÃO
RESTRITOS	A área construída ocupa uma parcela muito grande do espaço do canteiro, possui acessos difíceis.
AMPLOS	A área construída ocupa uma pequena parcela do espaço do canteiro, possuem disponibilidade de acessos fáceis, áreas para armazenamento de materiais e alojamentos de pessoal.
LONGOS E ESTREITOS	São restritos em apenas uma direção, em geral possui disponibilidade de acessos na menor dimensão do terreno.

Figura 1 – Tipologia dos canteiros de Obra

Fonte: Aguiar (2016, p. 67)

Grande parte dos canteiros de obras pode ser encontrada nos centros das cidades por conta da construção das áreas serem mais constantes, nesse tipo de acontecimento o número de edificações é considerado duplicado se comparado com as obras que acontecem no campo comum, ressalta-se que o aproveitamento do espaço desses terrenos também é consideravelmente necessário. Nesse tipo de obra o cuidado com o canteiro de obras é elevado, já que são restritos e necessitam da adoção de critérios para a distribuição de materiais e cumprimento dos prazos (BEZERRA, 2010).

Segundo Ching (2016) é fundamental que seja levado em consideração à tipologia de cada canteiro, seja ele de um tamanho mediano ou de porte menor. Os terrenos mais estreitos que possuem poucas vias de acesso costumam impossibilitar as visas de acesso e conseqüentemente geram ocorrências relacionadas ao esquema de distribuição de materiais. Logo a logística é inserida para que o canteiro de obras tenha uma estrutura dinâmica e flexível durante todo o período de desenvolvimento das obras.

O projeto do canteiro de obras contribui para o planejamento da logística do canteiro, logo ele contribui para o desenvolvimento e execução de todas as atividades, gerando assim melhorias para a produtividade. A inserção da logística dentro do canteiro de obras tem como objetivo principal diminuir o tempo de movimentação de materiais e de pessoas, evitando o desperdício e gerando rentabilidade a sistemática implantada na prestação

de serviços (DIAS, 2017).

3. A LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE OBRAS

O conceito de logística tem ligação direta com as operações militares, isso porque quando era definido que as tropas iriam avançar era montada uma estratégia militar pelos generais que necessitavam criar estratégias para suprir a necessidade de suas equipes durante o processo de locomoção. Medicamentos, equipamentos e suprimentos alimentares eram distribuídos e organizados para que não faltasse nenhuma ausência dos mesmos no campo de batalha (SCORZA, 2007).

Rocha (2003) completa ainda que a inserção da logística eram fundamentais para superar as restrições de tempo e de lugar, tendo como objetivo o sucesso das estratégias e garantir a logística e o apoio das atividades militares. Um dos primeiros registros relacionados a logística é sobre o tratado Sun Tzu sobre a arte da guerra escrito a cerca de 600 a.C. O autor ainda ressalta que existem vários trechos que demonstram a importância da função de logística, principalmente sobre a entrega de suplementos e de abastecimento.

Na década de 1970 houve a crise do petróleo e os custos de transporte, os carregamentos de inventário e os custos financeiros eram relativos a manutenção dos estoques e ocasionaram um aumento significativo onde a inserção da logística era necessária para minimizar os problemas. A inserção da logística foi fundamental para a expedição de produtos e impulsionou uma série de eventos voltados ao transporte (CHRISTOPHER, 1999).

O processo de evolução da logística mostra que inicialmente era para ser apenas uma atividade de apoio e não vital para a sobrevivência dos negócios. Com o passar das três últimas décadas passou a ser uma atividade classificada como atividade gerencial e essencial para o desenvolvimento do empreendimento (FARIA, 2003).

A logística faz parte do processo de cadeia de suprimentos, por ajudar a planejar, programar e controlar todo o fluxo de estocagem de bens, serviços e informações que tem relação direta com o ponto de origem de acordo com a necessidade do consumidor. É dentro dessa visão que se compreende os pré-requisitos da aquisição de materiais, onde deve-se levar em consideração os distribuidores e o consumidor final (BALLOU, 2011).

A logística trabalha de forma integral com a gestão de materiais, cuidando dos suprimentos e da distribuição dos produtos de forma racionalizada, o que significa um planejamento para diminuir as chances de desperdícios da matéria prima, o que aumenta o processo de competitividade das empresas. Por conta da constante mudança do cenário econômico, a logística surge como principal ferramenta para competir dentro do mercado (MARTINS, 2006).

O autor ressalta que a logística deve ser vista como uma operação integrada à cadeia de suprimentos e distribuição de produtos, onde a racionalização é o principal ponto de partida para o planejamento e execução das atividades. Todo o processo de controle de atividades que começa na aquisição de materiais, passa pela estocagem até a concepção do produto final necessita estar alinhada a logística.

A logística nasce da necessidade das organizações em reduzir os custos das empresas, dando maior importância no atendimento ao cliente. Quando a produção consegue se igualar as necessidades do cliente, a eficiência e eficácia conseguem suprir as expectativas dos administradores que buscam alternativas para maximizar sua produção (GONÇALVES, 2007).

Todas as atividades de movimentação e armazenagem, que buscam facilitar o fluxo de produção fazem parte do processo logístico que administram os materiais. A administração de materiais se alinha a essa logística como um conjunto de tarefas que tem como objetivo proporcionar um fluxo contínuo de compras e de manutenção de estoque, fazendo com que a empresa consiga ter uma organização que possibilite a falta de qualquer componente, tanto para o processo produtivo, quando em relação à prestação de serviços (FRANCISCHINI; GURGEL, 2002).

Nesse contexto a logística possui função em qualquer área e busca diminuir os problemas financeiros e de falta de gerenciamento, otimizando assim o fluxo de informações. Segundo Nascimento (2014) a origem da palavra logística vem da França e é proveniente do verbo “*loger*” que significa alojar. Esse termo foi muito utilizado pelas tropas do exército para transportar, abastecer e alojar os mantimentos durante a guerra.

A inserção da logística dentro do canteiro de obras ganhou destaque com o passar dos anos, por está diretamente ligada aos aspectos técnicos como desperdícios, retrabalho, remanejamento e prazos. Logo essa ferramenta passou a ser vista como um investimento aplicado na área de produção contribuindo para o ciclo de melhorias dentro do canteiro de obras fazendo também parte do gerenciamento da cadeia de abastecimento (SILVA, 2018).

Para Cavalcante e Freitas (2010) o gerenciamento da cadeia de abastecimento junto com a logística busca planejar, implementar e controlar todo o fluxo de armazenamento de materiais, o que torna o custo da matéria-prima mais econômico e a distribuição mais eficiente. Juntas essas ferramentas sanam grande parte dos desperdícios de materiais, que já foi visto como uma problemática na área da construção civil. Os autores ainda ressaltam que a logística pode ser dividida em dois tipos de atividades, são elas as principais (processamento de pedidos, gerenciamento de estoque e transportes) e as secundárias (sistema de distribuição, programação de pedidos, compras, embalagens, manuseio de materiais e armazenagem).

Todos os arranjos da logística possuem ligação com a uniformidade das informações, onde a busca pelo aperfeiçoamento das operações é o principal intuito. A logística possui variadas operações de prevenção e segurança, onde o objetivo é criar uma sistemática de reposição sem que ocorra qualquer tipo de interferência de terceiros, essa sistemática além de organizacional te, relação direta com o fluxo de informações e liga um setor ao outro agilizando assim a entrega das atividades (DIAS, 2017).

No canteiro de obras a inserção da logística busca criar parâmetros e estratégias que buscam o planejamento das empresas, através da análise do ambiente, verificação dos pontos fortes e pontos fracos, capacidade de movimentação, formulação de situações, estratégias de distribuição e averiguação de possíveis ameaças para execução das atividades. Nesse sentido a escolha dessas estratégias alinha as vantagens competitivas dentro do mercado da construção civil, visto que essas informações somam produtivamente e economicamente (AGUIAR, 2016).

Portanto a logística dentro do canteiro de obras é classificada como um processo multidisciplinar aplicado na prestação de serviços, que busca diminuir os gastos e reduzir os desperdícios. Essa ferramenta busca garantir o abastecimento, melhor o processo de disponibilização dos recursos e flexibilizar o atendimento dos profissionais que atuam nesse tipo e serviço.

4. PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE MATERIAIS DENTRO DO CANTEIRO DE OBRAS

Os suprimentos da construção civil podem ser classificados em qualquer nível de processo de fabricação das obras. As matérias-primas utilizadas são classificadas como suprimentos. Esses suprimentos dão suporte ao processo produtivo, aos equipamentos e são peças fundamentais para o processo construtivo. Nesse sentido alguns suprimentos são: cimento, aço, ferro, areia, agregados, formas, revestimentos, tubos e conexões (SCHLINDWEIN, 2012).

A cadeia de suprimentos da construção civil também é denominada de cadeia de logística ou *supply chain*, que faz parte de um grupo de linhas de demandas produtivas. A gestão de suprimentos é crucial para qualquer atividade econômica. Logo o gestor de suprimentos necessita controlar o fluxo de entrada de informações, bens, finanças e serviços mantendo uma relação compacta e produtiva com o processo de gerenciamento (GAMA JUNIOR, 2013).

O gerenciamento da cadeia de suprimento contribui para melhorar diversas etapas do processo de logística de produção. De forma resumida os suprimentos da construção civil devem levar em consideração as seguintes fases: o planejamento da obra, previsão de demanda, seleção e relacionamento com fornecedores, processo de fabricação, armazenamento e entrega (FALCÃO, 2010).

Grande parte dos setores de suprimento faz a negociação direta com o fornecedor, o que contribui para sanar possíveis problemáticas no processo aquisitivo de matéria-prima. É necessário que se tenha como base o projeto a ser desenvolvido buscando assim sanar possíveis desperdícios de materiais. É de responsabilidade do setor de logística e suprimento a qualificação do fornecedor, assim como o cumprimento de prazos, condição de pagamento e qualificação dos produtos (CHING, 2016).

Como função o gerenciamento de suprimentos busca identificar os erros mais comuns que ocorrem no processo de compra de materiais de construção. Logo é fundamental que o setor possua uma boa coordenação, onde são feitas as compras e os estudos dos pedidos, assim como o controle de requisição e recebimento, que faz com que ocorra um relacionamento entre fornecedores e serviços aplicado (DIAS, 2017).

A qualidade dos materiais é outro fator que necessita de atenção do departamento de suprimentos. O processo de aquisição de material necessita de uma aprovação para ser entregues, outros processos também ocorrem como a expedição que corresponde a qualidade e garantia dos materiais, equipamentos e padrões de qualidade. A inspeção é de responsabilidade do fornecedor. Por fim o processo de armazenamento e controle de estoque que é responsável pela definição de locais de descarga e estocagem (AGUIAR, 2016).

A necessidade de se manter no mercado de trabalho, fez com que algumas empresas procurassem se adaptar ao processo de manutenção competitiva nas últimas décadas, em consequência disso a expressão de melhoria contínua tornou-se algo bem mais comum. Os programas de melhoria interna começaram a ser usados com mais frequência, quebrando assim uma espécie de tabu do que antes era considerado inaceitável por parte de alguns gestores (FONTENELE FILHO; CORREIA NETO, 2014).

Logo, produção necessitaria de uma medida estratégica como a cadeia de suprimentos. Segundo os argumentos de Aguiar (2017), as organizações cada uma a sua maneira mostra suas forças e fraquezas, podendo competir de diversas formas. Parecido, os sistemas da produção possuem atributos operacionais particulares e não padronizadas, contudo, o intuito da produção é colocar em prática um sistema, que por meio de uma vasta

relação e tomadas de decisões internas, se discuta a preferência referente à competitividade.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho teve como objetivo compreender a importância da logística como ferramenta auxiliadora no processo de administração de materiais dentro do canteiro de obras da construção civil. Levando em consideração toda a abordagem histórica que vai desde a aquisição da mercadoria, até a chegada do mesmo ao consumidor final.

No transcorrer do estudo, os objetivos fundamentados foram idealizados levando em consideração o histórico sobre a logística, gestão de materiais e importância classificação de materiais e as atividades desenvolvidas, que vão desde os primeiros relatos de organização do homem na terra até o começo do processo de obras da construção civil, período este que foi marcado pela Revolução Industrial, onde a produtividade começou a cair e foi preciso criar um novo ciclo para a administração de materiais para que o fluxo físico aumentasse a liquidez das empresas.

Após contextualizar o período de desenvolvimento histórico da gestão de materiais, foi abordado sobre os procedimentos aplicados na gestão de materiais, tendo como foco principal a sequência das operações e os princípios da identificação do fornecedor no ato da compra, até as vias de transportação e armazenagem. Abordando ainda as técnicas de administração de estoque, sendo está indispensável para alinhar o andamento e desenvolvimento do negócio.

Foi feito um ainda no decorrer do trabalho um estudo sobre o papel da gestão de estoque dentro do controle de materiais, onde foi explorada a definição de estoque, o processo de adaptação das empresas, capital de giro, e a importância desse estoque para o desenvolvimento do empreendimento, levando em consideração toda a abordagem histórica que o mesmo vem sofrendo no decorrer dos anos. Tudo isso se deve ao processo tecnológico, que teve grande influência no decorrer dos anos, tendo em vista que o controle de estoque é fundamental para controlar o processo de compra e venda de mercadorias, além da rentabilidade para a indústria da construção civil.

Conclui-se, portanto que o propósito deste estudo é abordou sobre como a logística passou a ter uma atuação significativa dentro do canteiro de obras, contribuindo em diversos aspectos para a redução de materiais e evitando possíveis obstruções da movimentação de equipamentos. Ressalta-se também que o processo tecnológico, que teve grande influência no decorrer dos anos para a logística, tendo em vista que o controlar o desenvolvimento das obras gerou rentabilidade e produtividade para as empresas do ramo da construção civil.

Referências

AGUIAR, Gustavo dos Santos Guimarães. **Inovação em logística de canteiro de obras na construção de edifícios**. 2016. 135f. Dissertação (Mestrado em Profissional em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São



Paulo: Atlas, 2011.

BEZERRA, Alan Michel Nogueira. **Um estudo de caso com enfoque em movimentações de materiais**. 2010. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CHRISTOPHER, Martin, **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. Pioneira: São Paulo, 1999.

CAVALCANTE, Milena Andrade; FREITAS, Rosana Leal Simões de. **Logística no Canteiro de Obras**, Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2010.

DIAS, Marco Aurélio. **Introdução à logística: fundamentos, práticas e integração**. São Paulo: Atlas, 2017.

FALCÃO, T. F. **Diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em um canteiro de obra para execução de alvenarias e revestimentos de argamassa**. 2010. 131p. Pós-graduação em Geotecnia, Mecânica das Estruturas e Construção Civil – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

FARIA, A. C. Custos Logísticos: Uma Abordagem na Adequação das Informações de Controladoria à Gestão da Logística Empresarial. 2003. 220 f. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) – Universidade de São Paulo, 2003.

FRANCISCHINI, Paulino; GURGEL, Floriano do Amaral. **Administração de materiais e do patrimônio**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002. 310 p.

GAMA JUNIOR, A. C. de A. **Diretrizes com base em avaliação d ciclo de vida para redução de emissão de dióxido de carbono em revestimento de argamassa**. 105p. Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GONÇALVES, P. S. **Administração de Materiais**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

NASCIMENTO, Renata Rodrigues. **Logística na construção de edifícios: Estudo de caso em grande construtora**. 2014. 136f. Monografia (Pós-Graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ROCHA, Paulo Cesar Alves. **Logística e Aduana**. 3ª Ed. São Paulo: Aduaneiras, 2003. 190p.

SCHLINDWEIN, Willian. I. **Análise logística do canteiro de obras: Estudo de Caso**. 2012. 53 f. TCC (graduação em Engenharia Civil) - Centro de Ciências Tecnológicas, Fundação Regional de Blumenau, Blumenau, 2012.

SCORZA, F.A.T. O controle aduaneiro e a facilitação do comércio: efeitos das negociações multilaterais sobre a legislação brasileira. 2007. 206 f. Dissertação (Mestrado em Direito) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, Alice Duarte; SIMÃO, Alessandra dos Santos; MENEZES, Carlos Augusto Gabriel. **Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil brasileira**. Associação Educacional Dom Bosco, Rezende – RJ, 2018.

11

COMPARAÇÃO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDE DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO*

COMPARISON BETWEEN STRUCTURAL MASONRY CONSTRUCTION SYSTEM AND CONCRETE WALL MOLDED IN LOCO

Vittoria Carolinna de Sousa Abreu

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Apresenta-se as particularidades e comparação dois métodos muito consumidos no mercado da construção civil, o sistema de alvenaria estrutural e de parede de concreto moldadas *in loco*. Ao longo dos anos o mercado busca cada vez mais produtividade e, a escolha certa do sistema construtivo é essencial para uma boa rentabilidade na obra, mesmo em período de recessão ou crescimento, com isso o objetivo do trabalho é conceituar e caracterizar as peculiaridades da alvenaria estrutural e da parede de concreto moldadas *in loco*. Assim, questionou-se qual dos dois sistemas melhores se adapta a atual situação do mercado da construção civil? Assim remete a importância de pesquisas que tem a finalidade de estudar sistema inteligente e que facilmente se desenvolvem, o presente artigo apresenta uma pesquisa por meio de referencial bibliográfico, diante disso observou-se de forma específica as práticas e procedimentos dos dois sistemas, onde concluiu-se que a escolha para um dos dois sistemas para execução de uma construção depende do paramento que será adotado para o determinado tipo de obra.

Palavras-chave: Sistemas, Construtivo, Alvenaria estrutural, Parede de concreto.

Abstract

It presents the peculiarities and comparison of two methods widely used in the construction market, the structural masonry system and the cast-in-place concrete wall. Over the years the market seeks more and more productivity and the right choice of building system is essential for a good profitability in the work, even in periods of recession or growth, so the objective of the work is to conceptualize and characterize the peculiarities of structural masonry and cast-in-place concrete wall. Thus, the question is which of the two systems best adapts to the current situation of the civil construction market? The present article presents a research by means of bibliographical reference, in front of that it was observed of specific form the practices and procedures of the two systems, where it was concluded that the choice for one of the two systems for execution of a construction depends on the paramento that will be adopted for the determined type of work.

Keywords: Systems, Constructive, Structural masonry, Concrete wall.

1. INTRODUÇÃO

Sistema construtivo é um conjunto de regras práticas de atividades que se interligam. O resultado de sua aplicação com uso adequado e coordenado de materiais e mão-de-obra definem espaços previamente programados. O mercado da construção civil está cada vez mais exigindo edificações com maior qualidade e menor custos, dessa forma novas tecnologias vêm sendo aplicadas nos sistemas com objetivo de otimizar os recursos das obras.

Existem dois métodos construtivos estruturais muito utilizados na construção civil brasileira alvenaria estrutural e parede de concreto, foco do tema deste trabalho.

A alvenaria estrutural é uma das formas de construção mais antiga empregada pelo homem, é um sistema que dispensa uso de pilares e viga, e a responsabilidade dos blocos estruturais é a função importante deste tipo de alvenaria, é um sistema construtivo de fácil execução. O sistema da parede de concreto é uma produção em larga escala, com proces-

so mais modernizado, trabalha com a otimização da mão de obra e prazos exíguos.

Visto que são dois sistemas distintos e muito utilizado, levanta-se a seguinte questão: qual as similitudes e dessemelhança dos dois métodos no mercado da construção civil? Dessa forma, faz-se necessário compreender os dois métodos e sua importância no mercado. Para tanto, o objetivo geral foi caracterizar a comparação entre os dois processos, e assim, evidenciar custos com mão de obra, materiais, tempo gasto, geração de resíduos e técnicas de execuções conforme normas.

É importante o desenvolvimento de estudos que comprovam a aplicabilidade destes métodos construtivos, para conhecer suas características executivas, nas questões técnicas e econômicas, buscar a consolidação desses sistemas na construção civil, para assim contribuir para maior eficiência no ramo. Desta forma é relevante apresentar esses dois sistemas para contribuir com a comunidade acadêmica e a sociedade afim de proporcionar conhecimento acessível com enfoque em futuras implementações destes métodos na prática profissional.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho é uma Revisão de Literatura no qual se fundamenta em consultas feitas em livros, artigos científicos, sites, revistas, no qual serão analisados os principais conceitos, métodos em conformidade com as normas da ABNT, no período de pesquisa de trabalho publicados de 2002 a 2022.

Através dessa revisão bibliográfica é possível perceber a evolução dos métodos, suas principais características, vantagens e desvantagens do uso dos dois sistemas no qual as palavras chaves a ser utilizada serão “construção civil”, “alvenaria estrutural”, “parede de concreto” e “método construtivo”. As pesquisas foram realizadas por meio eletrônico nas bases de dados do Google Acadêmico e Scielo.

2.2 Resultados e Discussão

Conforme a ABESC (2015) repetição em série das paredes de concreto gera um alto ganho na produtividade da obra e elevada economia, reduzindo os gastos com as formas, potencializando a montagem das paredes, controlando a qualidade e resultando em uma obra racionalizada, o que contribui para o ganho de produtividade em relação ao sistema convencional. Quando se compara o custo unitário de uma parede de concreto com o de uma de alvenaria estrutural, os rendimentos da produção em escala não são contabilizados, podendo ser em até 12% mais cara, já em larga escala, a alvenaria estrutural leva em torno de cinco dias para concluir a parede de uma casa de padrão popular, enquanto as paredes de concreto levam até dois dias, reduzindo os custos indiretos, que chegam a 10% em contrapartida de 15% do sistema convencional (REVISTA PINI, 2009).

Eduardo Moraes, gerente nacional da ABCP Norte Nordeste ressalta que além de todas as vantagens referentes ao tempo de obra e custo oferecidos pelo sistema de paredes de concreto, observa-se também a diminuição de até 70% de mão de obra quando comparado ao sistema tradicional. A facilidade de ter vãos de esquadrias e instalações elétricas e hidráulicas já embutidos e prontos após a concretagem, reduz não só o tempo de execução, mas também custos globais da obra, além de reduzir o desperdício e a geração de

entulhos (ABCP, 2012).

Sabe-se que o método de alvenaria estrutural é notadamente manual o que exige maior demanda de mão de obra e conseqüente maior período de obra. Todavia o acesso aos recursos é mais viável, a compra de unidades é mais fácil e mais barata quando comparada à compra de fôrmas dando importância ao valor unitário desses elementos sendo os de maiores utilizações nos métodos comparados.

De acordo com Alexandre (2008, p.17) aponta que a alvenaria estrutural pode chegar a proporcionar uma economia de até 30% dos custos da obra para a grande maioria dos tipos de edificações, quando comparado com o sistema em concreto armado convencional. Santos (1998, p.3) declara esse sistema como sendo "...ideal para a realidade brasileira, pois necessita de mão de obra de fácil aprendizado, possui elevado potencial de racionalização e não exige grandes investimentos e imobilização de capital para aquisição de equipamentos".

De acordo com estudo publicado na revista concreto & construções, em estudos feitos pelos autores Freire, Filho, Albessú (2018) analisasse dos dois métodos utilizados por uma mesma empresa na execução de empreendimento residencial econômico, são avaliados 2 tipos de obras, modelo 1 possui apartamentos com área total de 44m² e modelo 2 varia 42m² á 66 m².

O modelo 1 apresenta mesmo padrão, viabilizando a utilização de placas (parede de concreto), que tem como sua principal vantagem a repetição.

O canteiro de obras Grand Reserva Paulista possui uma evolução de 14% de conclusão desde o início das obras, há pouco mais de um ano. Até o momento já foram gastos 28 mil metros cúbicos de concreto (LIMA; COSTA, 2018).

Os autores afirmam que a construtora vem nos últimos anos investindo nesse sistema construtivo em empreendimentos de perfil "minha casa, minha vida", fatores determinantes para esse método ser um dos produtos mais utilizados é agilidade na montagem das formas que resulta na redução do tempo de produção das unidades habitacionais, a aplicação deste método segundo dado fornecidos pela construtora do ano de 2015 á 2018, 85% das empresas seja produzida exclusivamente de parede de concreto, como mostra no gráfico abaixo o constante crescimento do sistema.

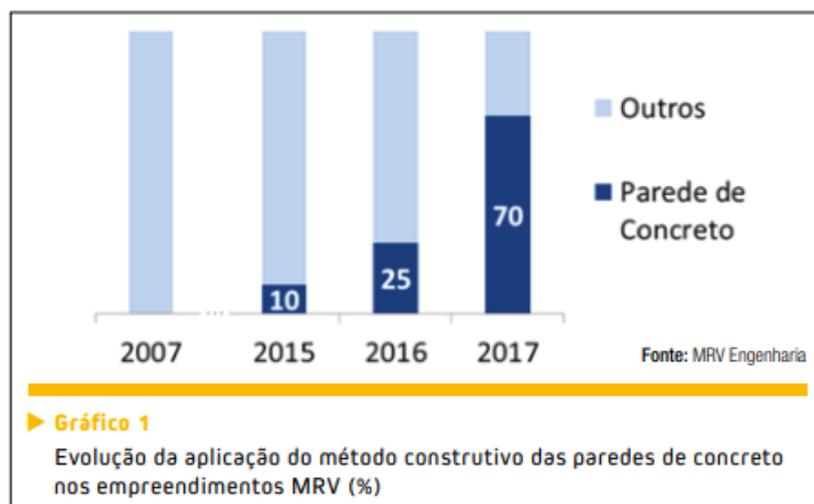


Figura 1 – Gráfico evolução sistema parede de concreto

Fonte: Revista concreto & construções Ed 90 (2018).

Como observa-se o crescimento da parede de concreto moldadas in loco teve um

aumento de um ano para o outro de mais de 50%. Entre os anos 2014 e 2015, houve um aumento de 16% nas obras que utilizaram o sistema, segundo os dados da Caixa Econômica Federal (CEF), principal entidade financeira fornecedora de crédito para aquisição das unidades (LIMA; COSTA 2018, p.24).

O modelo 2 por diferença de tipologias, inviabiliza para que o empreendimento fosse executado com parede de concreto, utilizará da alvenaria estrutural. A alvenaria estrutural por ser um método antigo de construção, bem consolidado investiu-se ao logo dos tempos em tecnologias tornando-a cada vez mais viável, com investimento em equipamentos, materiais e normas técnicas, trazendo velocidade, racionalização, produtividade e economia. De acordo com Lima e Costa (2018) ocorre por possuir custos menores e avanço de novas práticas, focado na modularidade e racionalização.

Segundo a construtora que fará o empreendimento, por meio dos Engenheiros civis Lima e Costa (2018) a escolha do sistema construtivo levou em consideração a cultura do mercado consumidor, análise dos fornecedores material, de mão de obra, equipamentos e experiência da mesma na execução do método de construção. A fim de favorecer o sistema projetos foram definidos desde a concepção inicial, relacionando a modularidade, interferências de instalações, entre outros, dessa forma diminuindo as tomadas de decisões e ajustes no canteiro de obra garantido uma maior produtividade.

Um estudo feito pelo Engenheiro Civil Wendler (2017) publicado no blog da liga, primeiro analisando 1 torre e depois 10 torres mostra os seguintes dados, fazendo o comparativo do sistema construtivo de alvenaria estrutural e parede de concreto:

Sistema construtivo	Custo por uh	prazo	Diferença	PC/AE
concreto armado	R\$ 99.219,71	12	100	
alvenaria estrutural	R\$ 80.732,76	8	81,4	100
parede de concreto	R\$ 79.014,54	6	79,6	97,9

Tabela 1: Comparativo prazo e custos.

Fonte: Arnold Wendler (2017)

Analisando a tabela 1, comparando a alvenaria estrutural em relação a parede de concreto, na construção de somente 1 torre os preços não se diferenciam muito, mas os dos métodos são cerca de 20% mais baratos em relação ao sistema convencional de construção.

Sistema construtivo	Custo por uh	prazo	Diferença	PC/AE
concreto armado	R\$ 101.719,05	46	100	
alvenaria estrutural	R\$ 83.191,43	36	81,8	100
parede de concreto	R\$ 66.279,39	24	65,2	79,7

Tabela 2: Comparativo prazo e custos.

Fonte: Arnold Wendler (2017)

Já se fazendo uma análise na tabela 2, na construção de 10 torres, o sistema de parede de concreto se torna muito mais eficaz economicamente, a repetição é a chave para a competitividade desta tecnologia, que tem como seu principal fator a produção em larga escala. A alvenaria estrutural fica mais atrás, mesmo assim os dois sistemas ainda sim são mais econômicos que o sistema convencional de concreto armado.

2.2.1 Fundamentação e características dos sistemas construtivos alvenaria estrutural e parede de concreto moldadas *in loco*

Processo Construtivo é um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizado na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro) (SABBATINI, 1989).

2.2.2 Alvenaria estrutural

O uso do conceito da alvenaria veio evoluindo, estando presente em grandes monumentos como as pirâmides do Egito que ainda usufruem do simples conceito das pedras sobrepostas até obras mais complexas como as catedrais góticas que fizeram uso dos arcos para obterem grandes vãos livres. Chegando até o século XX onde a alvenaria estrutural começou a ser empregada em edifícios (RAMALHO; CORREA, 2003).



Figura 2: Coliseu Roma

Fonte: Luciana Rodrigues (2016)

Alvenaria Estrutural é o processo construtivo onde os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, estes projetados, dimensionados e executados de forma coerente em um sistema que associa alta produtividade com economia, sendo executados de maneira correta (CAMACHO, 2006).

2.2.3 Projetos

Nas construções antigas, já havia uma preocupação com a forma que eram feitas essas edificações, com a irregularidade da modulação dos blocos (pedras), a forma que era feitas as amarrações, a espessura das paredes expressa dificultando a racionalização do

serviço, mesmo assim os grandes pesos garantiam a estabilidade das construções.

Um projeto em alvenaria estrutural exige que toda a sua concepção seja formulada observando-se as necessidades do projeto para atender as exigências do sistema. É necessária uma interação grande entre os projetistas, especialmente entre o calculista estrutural e o arquiteto a fim de obter uma estrutura econômica, que tenha a resistência necessária, mas que não prejudique as demais características que o edifício deve ter (KALIL, 2007).

A coordenação modular deve ser utilizada pelos projetistas, pois ela é responsável pelos ajustes de todas as dimensões da obra com objetivo principal de diminuir os desperdícios com cortes de blocos, também na fase dos projetos deve ser previsto as amarrações dos encontros das paredes, cortes para passagem de instalações, pontos de grautes e ferragens, colocações de pré-moldados e ligações em geral.

A NBR 5706 (ABNT, 1977) define que a “coordenação modular é a técnica que permite relacionar as medidas de projeto por meio de um reticulado espacial modular de referência” e que o conceito de módulo é “a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência”.

São responsáveis por definir a organização modular e fornecer a resistência à compressão para o sistema. Dentre suas características mais importantes destacam-se a resistência à compressão, estabilidade dimensional e trabalhabilidade (CAMACHO, 2006).

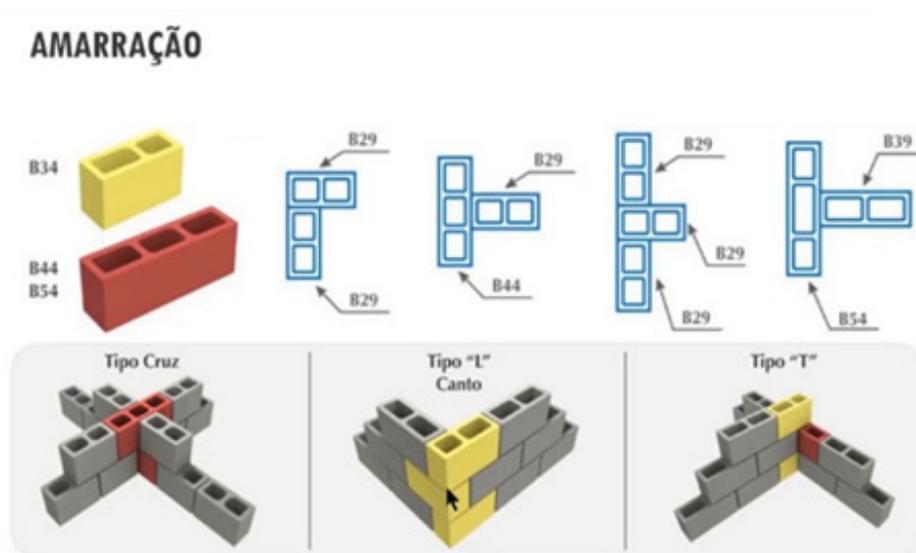


Figura 3: Modulação blocos alvenaria estrutural

Fonte: <https://canaldaengenharia.com.br/>

A primeira e a segunda fiada se tornam as mais importantes e que requer mais atenção, o projeto em alvenaria estrutural precisa ser definido e detalhado. A planta baixa já com as medidas detalhadas inicia a distribuição dos blocos estratégicos da primeira fiada, que são feitos os posicionamentos dos blocos nos cantos, encontros de paredes e os blocos que determinaram as aberturas de portas. São os primeiros a serem assentados e servem de referência para assentamento dos demais blocos e elevação da estrutura.

2.2.4 Blocos

Usualmente denominados blocos, as unidades são elementos que caracterizam a alvenaria estrutural, constituídos basicamente por: cimento Portland, agregado miúdo,

agregado graúdo, aditivos, pigmentos e água (FREITAS, 2008).

São responsáveis por definir a organização modular e fornecer a resistência à compressão para o sistema. Dentre suas características mais importantes destacam-se a resistência à compressão, estabilidade dimensional e trabalhabilidade (CAMACHO, 2006).

Para ter sucesso é uma boa modulação é necessário ser feita a escolha da família do bloco que serão utilizados na edificação, considerando as normas técnicas.

Como define a NBR 6136:

Bloco vazado: Componente de alvenaria cuja área líquida é igual ou inferior a 75% da área bruta;

Área bruta: Área da seção perpendicular aos eixos dos furos, sem desconto das áreas dos vazios;

Dimensões reais: Aquelas obtidas ao medir cada bloco, equivalentes às dimensões nominais diminuídas em 1 cm, que correspondem à espessura média da junta de argamassa.

Os ganhos em termos de custo e prazo devem-se especialmente a unificação dos processos de estrutura e vedação, quando uma parede está finalizada já se tem a estrutura, fechamento e instalações complementares do pavimento (CONSTRUÇÃO MERCADO, 2009).

Contudo vale ressaltar, as paredes estruturais não permitem a versatilidade dos ambientes, o que pode ser um problema na comercialização, especialmente em edifícios de alto padrão. (CONSTRUÇÃO MERCADO, 2009a).

2.2.5 Argamassa de assentamento

A argamassa tem como principal função a união dos blocos, servindo para transferir esforços entre eles distribuindo as cargas, compensar imperfeições, vedar o conjunto para prevenir a entrada de água e vento.

É constituída por cimento, cal, agregados - cada qual atendendo a suas respectivas normas regulamentadoras - água e aditivos. O cimento, preferencialmente Portland, podendo ser comum, de alta resistência inicial, de alto forno, pozolânico, de moderada e alta resistência a sulfatos. A dosagem da cal associada ao cimento origina em variações nas características das argamassas, cada aumento da cal no aglomerante cresce ou decresce a propriedade requerida (SABBATINI, 1986).

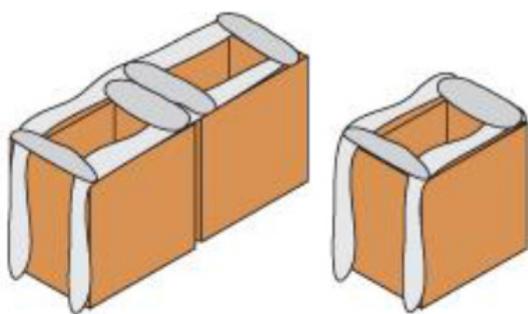


Figura 4: Argamassa em blocos

Fonte: Selecta, 2018.

Segundo a NBR 8798 (ABNT, 1985), a argamassa deve ser aplicada de forma que tenha juntas horizontais e verticais, preenchendo todas as paredes do bloco, nas direções longitudinais e transversais, ou apenas na direção longitudinal, o não preenchimento das divisões provoca a redução da resistência à compressão e ao cisalhamento da alvenaria.

2.2.6 Graute e Grauteamento

Segundo Manzione (2004), graute é um micro concreto de alta plasticidade, cuja função principal é aumentar a resistência da parede à compressão, através do aumento da seção transversal do bloco. Quando combinado com o uso de armadura em seu interior, o graute combaterá também os esforços de tração que a alvenaria por si só não teria condições de resistir.

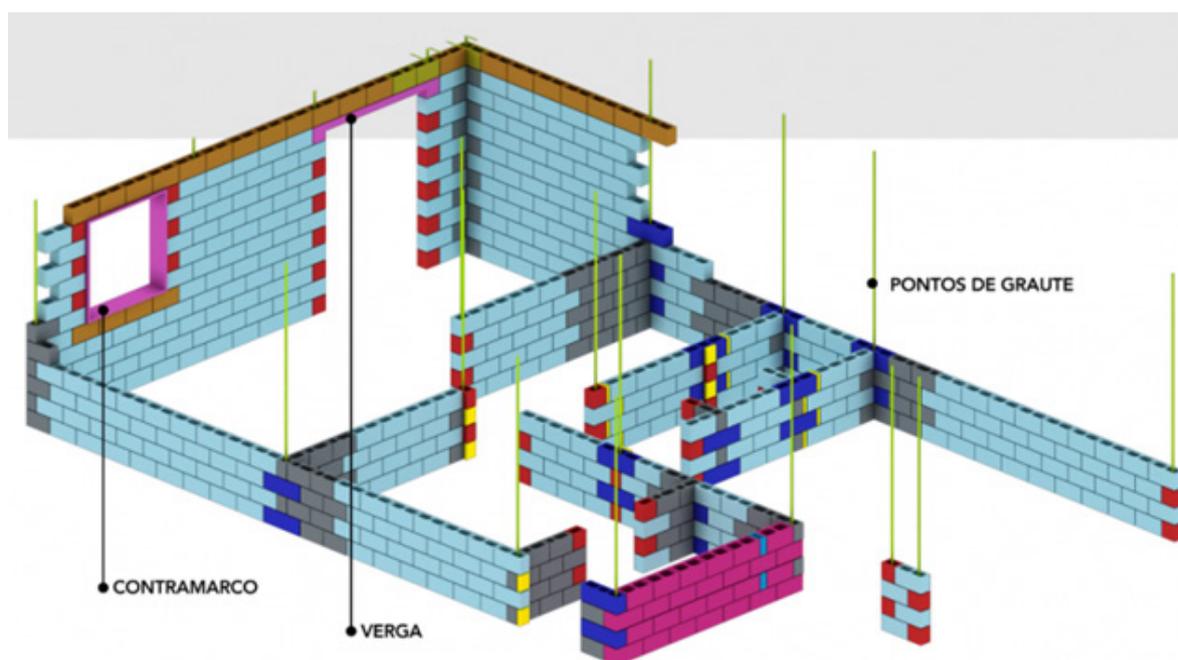


Figura 5: Pontos de grauteamento alvenaria estrutural

Fonte: <https://canaldaengenharia.com.br/>

O grauteamento é a aplicação do graute já preparado nos vazios dos blocos de concreto, acrescentando de 30% a 40% da resistência do bloco com esse preenchimento. Esse processo é considerado como formação de “pilares” internos, que posteriormente serão citados (DÉSIR, 2016).

2.2.7 Parede de concreto moldadas *in loco*

O sistema construtivo de paredes de concreto moldada *in loco* foi motivado por construções industrializadas de sucesso nas décadas de 70 e 80 utilizando concreto celular ou concreto convencional, com painéis de formas deslizantes ou trepantes (ABESC, 2015). A sua utilização na década de 80 era voltada para a construção de conjuntos habitacionais de casas e sobrados populares (LORDSLEEM JUNIOR, 1998).

Nos anos 1970 e 1980 o método construtivo parede de concreto passou a ser aderido no Brasil, motivado por construções que obtiveram bons resultados. Entretanto por falta de incentivo financeiro, sua utilização teve uma queda acentuada, voltando ao cenário

nacional em meados de 2009, com a criação do programa habitacional Minha Casa Minha Vida, desde então sua utilização vem sendo adotada por diversas construtoras, por ser um método rápido e econômico (TECNOSIL, 2018).

O sistema construtivo parede de concreto é um método que utiliza fôrmas que são montadas no local da obra e depois preenchidas com concreto, já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. A principal característica do sistema é que a vedação e estrutura constituem um único elemento (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

2.2.8 Formas

Conforme Comunidade da Construção (2012), é de extrema importância a escolha da tipologia adequada para o detalhamento do projeto de fôrmas, podendo ser variados em tipo, materiais e tamanho diferentes, para garantia da qualidade do produto e viabilidade do próprio sistema de parede de concreto. No entanto, a NBR 16055:2012, acrescenta que, mesmo as formas de origem metálica, metálica e compensado ou material sintético, e plástico recicláveis, se tratando da moldagem da estrutura, se faz necessário a realização de formas de uso para cada empreendimento de maneira exclusiva.

A marcação da laje é a primeira atividade no processo. Para a separação dos painéis de fôrma, são instalados espaçadores “bolacha” no chão, com o uso de pistolas chumbadoras (MISSURELLI, 2013).



Figura 6: Forma para parede de concreto

Fonte: <https://www.neofomas.com.br/forma-parede-concreto-preco>

Paredes e lajes são concretadas ao mesmo tempo, indicando um ciclo construtivo e depois da retirada das formas o resultado gera paredes prontas para receber os acabamentos finais, embutidas nelas já estão tubulações, eletrodutos e elementos específicos se for o caso, além de vãos de portas e janelas também já executados (NBR 16055, 2012).

2.2.9 Armação

Seguindo os fundamentos da NBR 7481 e NBR 7480, dois tipos de armaduras são utilizados nas paredes e lajes de concreto, que são: telas de aço soldadas para armadura e barras e fios de aço destinado à armadura para concreto, já que a NBR 16.005:2012, no item 8.2, não proíbe o uso de barra ou treliça para armação de lajes e parede embora a tela soldada seja a forma mais utilizadas pelas construtoras brasileiras.

No sistema de parede de concreto o uso de telas soldadas é essencial. Já que elas asseguram a absorção e divisão dos esforços, desempenhando um papel estrutural, ajuda no controle da retração do concreto, além de auxiliar nas instalações, tanto hidráulicas quanto elétrica, eletrodutos, quadros de distribuição de circuitos e até mesmo as caixas elétricas, já que essas instalações são fixadas nas mesmas. Ficando a cargo do projetista estrutural dimensionar a quantidade, tipo e locação das telas a serem utilizadas e seus respectivos reforços (CATÁLOGO GERDAU, 2019).

Para início da execução de colocação das armações, são deixados arranques nas lajes e fundações para facilitar a locação das telas, é colocado também junto a telas os reforços dos cantos das paredes, e vão de janelas e portas que adquirem uma grande concentração de tração, toda de locação de aço deve ser feita conforme pede em projeto estrutural.

Para garantir o cobrimento da armação pedida em projeto é necessário o uso de espaçadores plásticos, utilizado nas armações e para posicionar eletrodutos e caixas elétricas, evitando a movimentação das mesmas.

2.2.10 Instalações prediais

De acordo a Comunidade da construção (2012), a característica mais importante do sistema é permitir que, após a desformar, as paredes contenham embutidos em seu interior, todos os elementos previstos em projeto, como kit hidráulico e elétricos montados, tomando cuidado redobrado para que caixas de elétricas, caixas para ar condicionado etc., fiquem cheias de concreto.



Figura 7: Kit de eletrodutos já instalados nas armações

Fonte: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream>

No caso de instalações elétricas, a quantidade de mangueiras e caixas normalmente é grande. Portanto os projetistas devem atentar para o posicionamento correto, utilizar as instalações nas seções verticais e evitar passá-las horizontalmente, usar os eletrodutos com o diâmetro máximo de 25 mm e espaçá-los com no mínimo duas vezes a espessura da parede, evitando passar mais de um no mesmo ponto. (WENDLER, 2012).

Como uma forma de ganho de produtividade e economia os kits de instalações são fabricados antes, já que não necessário passar a enfição para a concretagem, na elétrica por exemplo, são comprados apenas corrugados e caixas elétricas próprias para utilização em parede de concreto.

2.2.11 Montagem das formas

O sistema de formas é composto por painéis provisórios de fôrmas, escoramento, cimbramento e aprumadores com objetivo de moldar o concreto fresco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002).

De fato, as fôrmas não possuem função estrutural, e devem ser projetadas para obter resistência quando forem submetidas ao processo executivo, de forma que o concreto consiga atingir as características estruturais até que possa ser removido o escoramento. Como esse método construtivo é bem organizado, é de suma importância que o planejamento seja detalhado gerando uma maior qualidade na obra (AUZIER; GALVÃO, 2020).

Os principais tipos de fôrmas para a execução da parede de concreto são as fôrmas de plástico, sistema metálico com contato em madeira e as fôrmas de alumínio. Cada tipo de fôrma tem suas particularidades, portanto existem vantagens e desvantagens que devem ser estudadas antes de sua aplicação (CICHINELLI, 2010).

Nas formas de concreto, é essencial o uso dos desmoldantes, estes que se trata de um produto químico pastoso líquido que impede a junção do concreto a forma facilitando na hora de desformar.

2.2.12 Concreto

Segundo NBR 16055 (2012) a concretagem de cada elemento estrutural deve ser realizada de acordo com um plano previamente estabelecido. Um plano de concretagem bem elaborado deve assegurar o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características necessárias à estrutura.

O concreto mais indicado e utilizado neste tipo de sistema é auto adensável, vantajoso em relação a sua fluidez, tornando o processo de concretagem mais prático, é necessário como consta em NBR 6118 que o FCK deve ser de 20 ou 25 Mpa, e uma alta resistência inicial para desforma de 3 Mpa (NBR 16055, 2012).

3. CONCLUSÃO

Sendo assim diante do apresentado, os dois métodos têm processos únicos de execução no qual se destacam no tipo de obra que será adotado. Demonstrando que os objetivos definidos e pré-definidos para este estudo foram alcançados, destacasse que o sistema de parede de concreto é uma solução racionalizada produção feita em série, no qual o empreendimento possui uma alta repetitividade, a redução no tempo de execução resulta

na diminuição dos custos diretos, porém eventuais falhas podem alcançar patologias reproduzidas em escala resultando em alto custo para correção.

Já a alvenaria estrutural é mais flexível quanto a repetitividade desde que atenda a modelagem dos blocos estruturais, é possível neste sistema ter uma versatilidade, ou seja, as edificações não precisam ser 100% projetadas em alvenaria estrutural, os blocos junto as peças pré-fabricadas caracterizam uma obra mais racionalizada com redução no consumo de madeira, aço e concreto. Uma das limitações da alvenaria estrutural são nos projetos de arquitetura, já que não é possível a criação de grandes vãos em balanços, porém assim como no sistema parede de concreto, as paredes não podem ser derrubadas ou modificadas pois possuem função estrutural.

Referências

ARÉAS, D. M. **Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto para Obra de Baixo Padrão**. Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/Curso de Engenharia Civil, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16055: Parede de Concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 168682-2: Alvenaria estrutural Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 25 ago. 2014. CBIC. **Construtoras desconhecidas ganham mercado com Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/construtoras-desconhecidasganham-mercado-com-minha-casa>. Acesso em: 20 set. 2022.

ESCOLA ENGENHARIA, 2016. **Alvenaria Estrutural – Vantagens e Desvantagens...** Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 28 out. 2022.

FREIRRE, CORREIA. **Estudo comparativo de custos entre edifício executado em alvenaria estrutural e em parede de concreto moldada in loco**. In: Congresso técnico científico de engenharia e da agronomia, 2019, Palmas.

PILONETTO, STOCCO. **Comparação entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e paredes de concreto monolíticas moldadas in loco**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação curso de engenharia civil) – Universidade tecnológica federal do Paraná, 2016.

Revista Construção Mercado, São Paulo: Pini, Edição 145, ago. 2013. **Concreto armado x alvenaria estrutural**. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/145/artigo299688-1.aspx>. Acesso em: 28 out. 2022.

Revista Concreto&Construções, ed. 90. **Sistemas construtivos parede de concreto, alvenaria e pré-fabricados de concreto**. Disponível em: https://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf. Acesso em: 28 out. 2022.

Revista Técnica, ed. 167. **Paredes de concreto armado moldadas in loco**. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>. Acesso em: 28 out. 2022.

WENDLER, arnoldo, **Construção: compare o uso de sistema vigado, alvenaria estrutural e paredes de concreto**, liga blog, 19 de maio de 2017. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/contrucao-comparativo-de-sistemas/> Acesso em: 19 out. 2022.

12

PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADAS
PATHOLOGIES IN FAÇADE CLADDING

Cleson Rodrigues Sá
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Um dos principais problemas relacionados à estética e à qualidade das construções são as patologias nos revestimentos e nas fachadas nos prédios. A utilização indevida dos materiais, somada à falta de cuidados na execução das estruturas dos prédios, bem como a falta de manutenção, acaba levando à ocorrência de diversas patologias que comprometem essas estruturas. O principal objetivo deste trabalho foi identificar as principais manifestações patológicas que ocorrem nos revestimentos aplicados às fachadas de edificações. Como metodologia, utilizou-se uma Revisão de Literatura, onde foram analisadas as principais publicações nos bancos de dados sobre o tema pesquisado. Como resultado, constatou-se que o revestimento de fachada possui uma função muito importante para a edificação, tanto pelo seu aspecto visual, como por garantir o bom desempenho do sistema de isolamento térmico-acústico bem como das vedações da estrutura. Eles podem ser principalmente de argamassa ou cerâmica. As manifestações patológicas são situações com o potencial de afetar a durabilidade ou o desempenho de uma determinada estrutura. Dentre as principais patologias que acometem as fachadas estão as fissuras, eflorescências, vesículas e deslocamentos.

Palavras-chave: Patologias; Revestimentos; Fachadas.

Abstract

One of the main problems related to the aesthetics and quality of buildings are the pathologies in the cladding and facades in the buildings. The misuse of materials, added to the lack of care in the execution of the structures of buildings, as well as the lack of maintenance, ends up leading to the occurrence of several pathologies that compromise these structures. The main objective of this work was to identify the main pathological manifestations that occur in the coatings applied to the facades of buildings. As methodology, a Literature Review was used, where the main publications in the databases on the researched theme were analyzed. As a result, it was found that the façade cladding has a very important function for the building, both for its visual aspect, as well as for ensuring the good performance of the thermal-acoustic insulation system as well as the sealings of the structure. They can be mainly mortar or ceramic. Pathological manifestations are situations with the potential to affect the durability or performance of a given structure.

Keywords: Pathologies; Coatings; Facades.

1. INTRODUÇÃO

Mesmo com os crescentes avanços nas técnicas e nos materiais utilizados pela construção civil, observa-se que muitas edificações ainda apresentam patologias e falhas estruturais, das mais diversas naturezas. Apesar de todas as exigências relacionadas à segurança, à qualidade e ao conforto das construções, por parte dos usuários, muitos edifícios ainda não satisfazem a essas exigências, especialmente do que diz respeito ao conforto e à qualidade.

Muitos fatores estão associados à baixa qualidade das construções, como a alta demanda de obras, a produção não sistematizada, a falta de um sistema de garantia e de seguros, o uso de materiais de baixa qualidade ou até mesmo a ausência de profissionais com especialidade em física e tecnologia das construções durante na elaboração ou execução dos projetos. Um dos principais problemas relacionados à estética e à qualidade das construções são as patologias nos revestimentos e nas fachadas nos prédios. As patologias dessa natureza, na grande maioria das vezes, são resultantes de falhas como o uso inadequado de materiais, a má execução das obras e a falta de manutenção nessas estruturas. Tais problemas acabam criando gastos e despesas aos prédios, residências e condomínios que precisam solucionar estas patologias.

O estudo das causas patológicas em edificações é de extrema complexidade, pois envolve diversos fatores que causam as manifestações patológicas, desde ataques de agentes químicos, a própria sobrecarga imprevista numa estrutura, falta de sondagem no solo, e, portanto, apresentam desgastes devido à má utilização ou falta de manutenção. Neste aspecto, essa pesquisa justifica-se na necessidade de entender a função dos materiais e suas características é um fator imprescindível para a prevenção das causas da aparição de patologias.

A utilização indevida dos materiais, somada à falta de cuidados na execução das estruturas dos prédios, bem como a falta de manutenção, acaba levando à ocorrência de diversas patologias que comprometem a estrutura das fachadas. Desta maneira, questiona-se: Que impactos as manifestações patológicas podem causar para a integridade das fachadas e para a proteção de um prédio?

O principal objetivo deste trabalho é identificar as principais manifestações patológicas que ocorrem nos revestimentos aplicados às fachadas de edificações. Especificamente, pretende-se conhecer os principais conceitos e aspectos relacionados ao revestimento de fachadas em edificações, bem como os principais tipos de revestimento utilizados; apresentar as principais definições relacionadas às patologias nas fachadas das edificações, bem como a origem dessas manifestações patológicas; e identificar as principais manifestações patológicas identificadas nos revestimentos das fachadas de edificações.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologias

Tratou-se de uma revisão bibliográfica de caráter descritivo. Inicialmente, foi definido o problema da pesquisa e os descritores. Os descritores utilizados foram: patologias, revestimentos, fachadas e construção civil. Na segunda etapa, foram determinados os critérios de inclusão e exclusão, que permitiu a seleção da amostragem, optou-se por incluir os estudos que apresentaram os descritores selecionados e com referência à temática abor-

dada, em idioma português, disponibilizados na íntegra gratuitamente e publicados nos anos de 2012 a 2022. Sendo excluídos da amostragem artigos duplicados, aqueles que não atenderam ao objetivo proposto e nem continham informações sobre os assuntos que serão abordados no trabalho. Foram pesquisados artigos científicos nas bases de dados: Google Acadêmico, Scielo e Portal de Periódicos da CAPES. Posteriormente, em um terceiro momento, foi feita a categorização dos estudos, o que permitiu a coleta de informações contidas nos artigos selecionados. Em seguida, ocorreu a avaliação dos estudos por meio da leitura minuciosa e seleção dos artigos que integraram a amostra deste estudo. Por fim, realizou-se a discussão e interpretação dos dados coletados e o estudo foi apresentado com a síntese do conteúdo obtido através das bases científicas.

2.2 Resultados e discussão

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2013, p.4), o Sistema de Revestimento pode ser definido como o “conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, acabamento final e desempenho, previstos em projeto”. O revestimento de fachadas possui uma função muito importante para a edificação, não apenas pelo seu aspecto visual, mas por garantir o bom desempenho do sistema de isolamento térmico-acústico bem como das vedações da estrutura (BARBALHO, 2013).

De acordo com as pesquisas realizadas por Costa (2013), o revestimento de fachada garante à edificação muito mais que um bônus na sua aparência estética, mas proporciona condições de habitabilidade, além de garantir o desempenho de funções de grande importância para a estrutura, como a estanqueidade da água, o isolamento térmico e acústico e a segurança da obra.

Nas pesquisas realizadas por Lopes (2018), o revestimento refere-se ao material utilizado com o intuito de proteger ou compor esteticamente um edifício e é composto especificamente pelos itens visualizados na parte externa. O autor destaca ainda que o material a ser utilizado no revestimento de uma estrutura deverá estar em harmonia com a concepção do projeto do edifício. Os materiais mais utilizados no revestimento são argamassa texturizada, cerâmicas, aço, pastilhas, dentre outros.

Em uma pesquisa realizada por Freitas, França e França (2016), os autores verificaram que o revestimento em argamassa pode ser conceituado como um revestimento multicamadas cujo objetivo é recobrir a superfície das estruturas de alvenaria ou de concreto, além de criar um substrato de possibilite o acabamento dessas estruturas.

A ABNT (2018) define a argamassa como uma mistura formada por aglomerantes, aglomerados e água. Na maioria das vezes, o composto mais utilizado é formado por cimento e cal hidratada como aglomerantes e a areia como aglomerado. Elas são ainda classificadas em: argamassa de aderência, argamassa de regularização, argamassa de acabamento e argamassas especiais.

Em uma pesquisa realizada por Gomes (2016), constatou-se que, para que a argamassa seja utilizada no revestimento de fachadas, ela deverá atender a algumas exigências e possuir características que garantam tal função, como por exemplo: a aderência, a absorção de deformações, resistência, durabilidade e permeabilidade.

Geralmente, os revestimentos feitos de argamassa são formados por camadas diferentes e superpostas, de maneira uniforme e contínua, que são: o chapisco, emboço e o reboco. Cada camada possui uma função específica e exige cuidados diferenciados e es-

pecíficos quanto ao seu traço e à sua forma de execução, conforme observa-se na Figura 1:

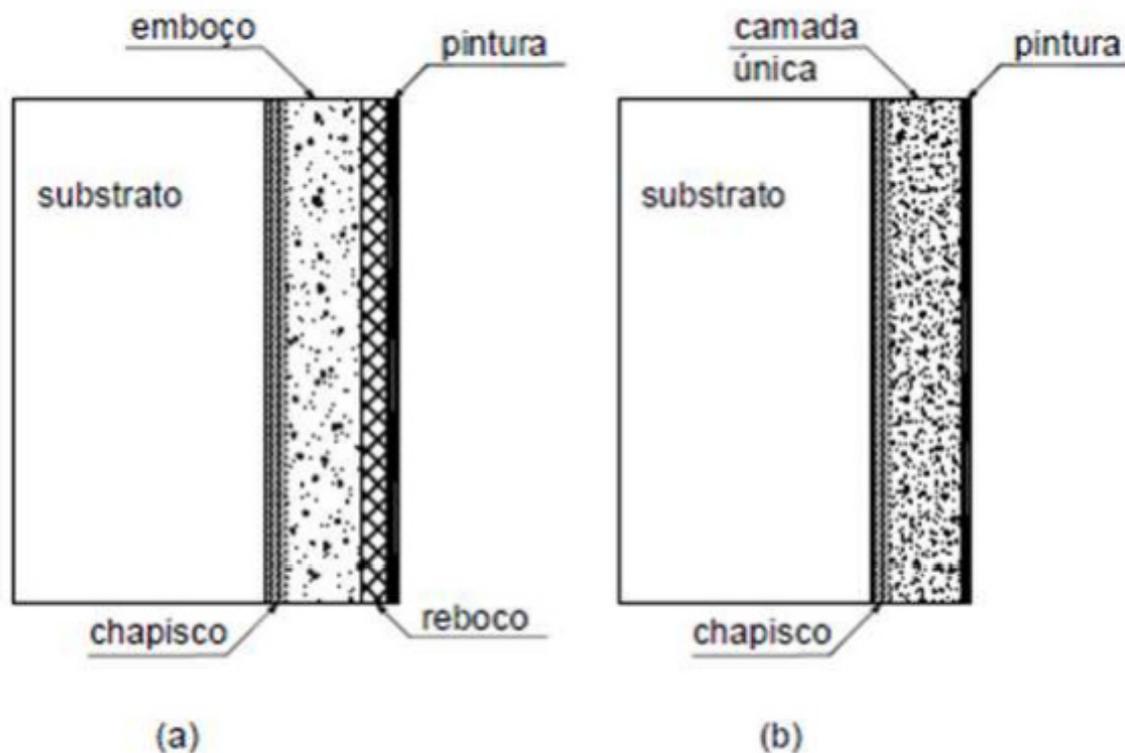


Figura 1 - Diferentes alternativas de revestimento de parede

Fonte: Oliveira (2017).

No estudo desenvolvido por Reis (2013), constatou-se que o chapisco é uma mistura de argamassa com areia e cimento e é utilizado nas situações em que o substrato se encontra muito liso. Geralmente possui espessura máxima de 5 mm e é capaz de proporcionar à estrutura porosidade, rugosidade e proporcionar a aderência necessária. Ele equivale a uma camada de preparo da base e seu objetivo é uniformidade à superfície e, por consequência, possibilitar maior aderência ao revestimento. Corroborando este achado, as pesquisas de Santos (2017) mostram que o reboco é uma camada de acabamento de revestimento, feito de argamassa. É aplicado geralmente sobre o emboço, constituindo uma película de fina espessura (até 5 mm). Esse tipo de camada de revestimento possibilita a criação de uma camada que possibilita receber o revestimento de acabamento final.

A ABNT (2018) estabelece as características necessárias para os revestimentos de argamassa, que são: aspecto, espessura, verticalidade e planeza. Quanto ao aspecto, destaca-se que o revestimento de argamassa deve possuir textura totalmente uniforme, livre de qualquer irregularidade, saliências etc. Em relação à sua espessura, deve-se admitir o máximo de 30 mm, conforme estabelece a NBR 13749. No que diz respeito à verticalidade e à planeza, o revestimento externo de argamassa deve-se apresentar sem ondulações ou qualquer desvio ou alteração de verticalidade.

Os revestimentos cerâmicos são os mais preferidos do mercado consumidor em função das diversas vantagens que oferecem em relação aos demais, como a estética, a praticidade na limpeza, melhor conforto acústico, térmico, dentre diversos outros. Entretanto, apesar da sua larga utilização e preferência dentre os demais, esses tipos de revestimentos ainda são acometidos por uma série de patologias.

Os revestimentos de fachadas cerâmicas possuem como componentes principais: ca-

mada de regularização, camada de fixação, as peças cerâmicas e as juntas (BARROS et al., 2019).

Pelas pesquisas realizadas por Santos (2017), pode-se perceber que o principal objetivo da camada de fixação é possibilitar que as placas cerâmicas tenham aderência ao substrato. Nessas situações, o material mais utilizado é a argamassa colante. As juntas, por sua vez, podem ser entre componente e juntas de trabalho. Já as placas cerâmicas, por sua vez, para que atendam às exigências necessárias, devem ser apropriadas para as fachadas e revestimento, apresentando todas as características e especificidades necessárias.

Observa-se, portanto, que o revestimento é utilizado antes de tudo, com o intuito de oferecer proteção contra inúmeros fatores à fachada de uma edificação. Para tanto, existem diversos tipos e técnicas de revestimento de fachadas, cada uma com uma finalidade diferente, mas garantindo sempre a capacidade de estanqueidade da água e do isolamento térmico e acústico, além de garantir um aspecto visual melhorado à edificação (FREITAS, 2016). Isso se comprova na pesquisa realizada por Barros et al. (2019), as manifestações patológicas podem ser compreendidas como situações com o potencial de afetar a durabilidade ou o desempenho de uma determinada estrutura. Em outras palavras, pode-se dizer que o termo patologia é empregado neste sentido com o intuito de demonstrar a ocorrência de irregularidades em uma determinada estrutura, que possa comprometer a sua durabilidade, integridade e segurança.

De acordo com as pesquisas realizadas por Tondelo (2019), as manifestações patológicas como situações em que algumas estruturas deixam de apresentar o desempenho esperado, não realizando mais as funções necessárias para as quais foram projetadas. Os problemas patológicos podem se manifestar de diferentes formas durante a vida útil de uma determinada estrutura, comprometendo a sua integridade, segurança e o desempenho dos sistemas de isolamento acústico e térmico. Já nas pesquisas realizadas por Kurz (2018), as patologias das edificações podem ser caracterizadas como a ciência que busca estudar as origens, as formas de ocorrências, as manifestações e as prováveis consequências em que as estruturas dos edifícios deixam de apresentar o desempenho mínimo esperado.

Dessa forma, as patologias em revestimentos de fachadas são manifestações patológicas que comprometem a integridade e o desempenho da função das fachadas das edificações. Por consequência, são manifestações capazes de alterar o desempenho acústico, térmico e a segurança das estruturas que acometem.

Além de representar um importante papel para o aspecto visual das edificações, os revestimentos possuem também grande relevância para o desempenho das vedações, isolamento acústico e térmico, prevenção contra infiltrações, além de contribuir para o aumento da vida útil das edificações. Dessa forma, a ocorrência de patologias nas fachadas das edificações é um dos problemas mais recorrentes e que preocupam a construção civil (RODRIGUES; PALIGA; TORRES, 2017).

Lima, Augusto e Santos (2017) evidenciaram em seus estudos que, em função do crescimento populacional desordenado e do aumento das cidades, acrescentando o fato de boa parte da mão de obra ser desqualificada, as patologias em fachadas de edificações vêm agravando consideravelmente a integridade e a segurança das edificações e estruturas prediais. Portanto, o estudo das patologias que acometem as fachadas das edificações busca obter informações relativas às possíveis causas e oportunidades de melhorias para esse problema.

Nesse contexto, Rocha (2018) comprova com a sua pesquisa as patologias nos revestimentos de fachadas como as prováveis alterações ou desvios nessas estruturas, do que se considera normal, dentro do ponto de vista estrutural. Assim, essas patologias podem

ser conceituadas como os problemas, defeitos ou falhas que acabam comprometendo a fachada dos edifícios e, enquanto doença, deve ser devidamente diagnosticada e tratada (ROCHA, 2018).

De acordo os estudos realizados por Tondela (2019), as patologias possuem diversas formas de manifestação, que variam de acordo com os sistemas construtivos envolvidos. O estudo das patologias é realizado com o objetivo de identificar as possíveis causas da sua ocorrência, tendo em vista que na maioria das vezes elas não ocorrem por uma razão única. Nesse contexto, conforme as palavras de Silva (2017, p.21), “as origens para a ocorrência dos problemas patológicos no revestimento de fachadas podem estar associadas às fases de projeto, execução e utilização desse revestimento ao longo do tempo”. Dessa maneira, as origens das patologias que acometem as estruturas das fachadas das edificações podem ser diversas, mas de forma geral, estão associadas às diferentes etapas da vida útil do revestimento, desde o projeto à sua execução.

Segundo o estudo realizado por Correia (2017), as origens para o aparecimento de manifestações patológicas nas fachadas das edificações podem estar associadas à utilização de componentes em desacordo com as exigências e especificações técnicas. Outro fator agravante para o surgimento de patologias é a realização de um projeto inadequado, demonstrando falhas desde a concepção até a negligência com a aquisição de equipamentos. Nas pesquisas realizadas por Lopes (2018), verificou-se que outro fator que propicia o surgimento de patologias é o processo de produção executado de maneira inadequada, que compreende o recebimento de materiais, a preparação das misturas, a obediência aos prazos, e especialmente, a execução da obra.

Observa-se também que a falta de manutenção dos componentes e das estruturas ao longo da sua vida útil também pode influenciar no surgimento de patologias.

Segundo Correia (2017), os principais problemas associados às patologias em revestimentos de fachadas estão associados à má elaboração do projeto. O projeto possui grande importância para o desempenho e para a segurança da obra e, quando mal elaborado, pode ocasionar problemas de diferentes naturezas, inclusive as patologias nos revestimentos das fachadas das edificações. Outro fator que pode influenciar na ocorrência de patologias nas fachadas é a execução da obra. Quando não é bem executada, podem surgir falhas nas estruturas que podem acabar comprometendo a qualidade dos revestimentos das suas fachadas.

Complementando esses achados, Bauer, Silva e Zanoni (2017) verificaram que, em função disso, as carências nos projetos representam relevância significativa quando se refere à ocorrência de patologias nas edificações, especialmente no que diz respeito às fachadas. Dessa forma, se faz necessária a existência de um projeto bem elaborado e detalhado, que considere as características dos revestimentos, as espessuras das camadas, os procedimentos adequados para aplicação, dentre outros detalhes relacionados à qualidade da construção.

Ainda, conforme destaca Jumes (2021), pode-se afirmar que as intempéries também podem causar patologias nas fachadas. Como as fachadas são expostas à intempéries como as variações de temperaturas, a ação do sol, da chuva e do vento, pode ocorrer a alteração das suas propriedades, o que acaba interferindo na sua estrutura, fazendo com que o revestimento se torne frágil.

Portanto, conforme os achados de Torres e Silva (2015), as fachadas estão expostas à ação de diversos tipos de intempéries, que acabam comprometendo a integridade dos revestimentos externos. Assim, o desempenho e o comportamento dos diferentes tipos de revestimento estão diretamente relacionados à maneira como eles se comportam em

função às intempéries naturais. A ação do tempo possui grande importância para as estruturas das edificações, tendo em vista que todas elas possuem um processo de degradação que podem ser influenciados pela exposição às intempéries e a realização ou ausência de manutenções.

As manifestações patológicas que podem surgir nas fachadas das edificações podem se apresentarem de maneiras distintas, todas elas influenciando no baixo desempenho do projeto, especialmente do que tange à eficiência dos sistemas de isolamento acústico, térmico e de proteção, além do fator estético do prédio (BARROS et al., 2019).

Para Santos (2018), a eflorescência é uma das patologias que mais acomete as fachadas das edificações. Ela consiste em manchas de umidade causadas pela umidade constante e por sais presentes na alvenaria. Outra manifestação patológica é o bolor, caracterizado pela ocorrência de manchas esverdeadas ou escuras que se formam pela umidade constante na estrutura de revestimento. A Figura 2 apresenta um exemplo de eflorescência.

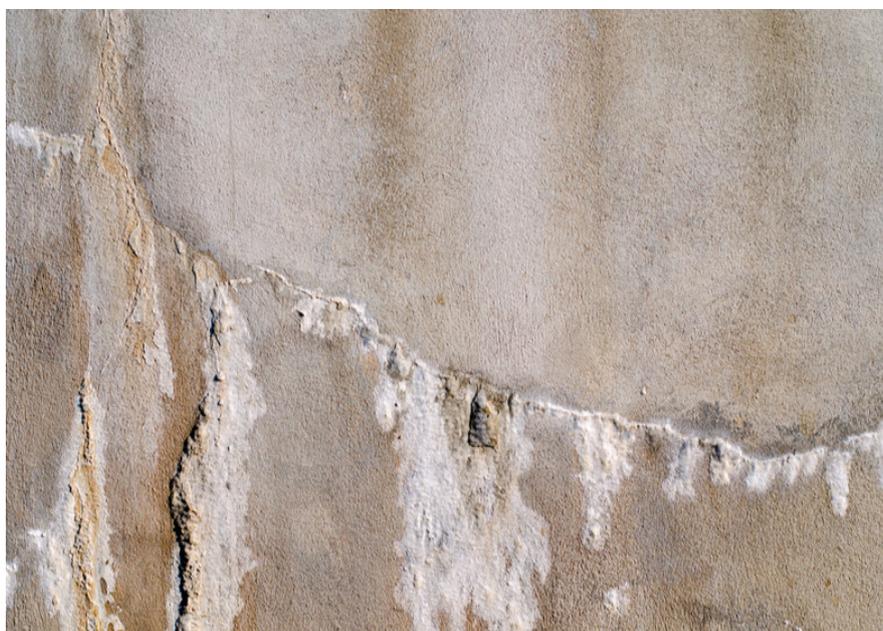


Figura 2 - Eflorescência

Fonte: Tondelo (2019).

Nos estudos realizados por Kurz (2018), pode-se constatar que, em ambientes constantemente úmidos ou molhados e com sais de difícil secagem, os depósitos de sais que causam as eflorescências acabam formando exsudações na superfície. No entanto, esse problema pode ser evitado por meio da eliminação de sais solúveis no revestimento, da água ou dos poros no próprio revestimento. O autor complementa ainda que, a fim de evitar a ocorrência de eflorescências nos revestimentos externos de fachadas, deve-se adotar algumas medidas, como por exemplo, a redução cimento Portland na argamassa ou ainda, utilizar cimentos que apresentem baixo teor de álcalis em sua composição. Deve-se também utilizar placas cerâmicas de boa qualidade, pois estas são queimadas a altas temperaturas, o que reduz em sua composição a quantidade de sais solúveis e de umidade.

Segundo os dados obtidos no estudo por Gomes (2021), as vesículas também se caracterizam como patologias frequentes nesse tipo de estrutura, caracterizando-se por um empolamento nas cores branca, preta ou vermelha que aparecem nas pinturas. A ocorrência das vesículas nos revestimentos das fachadas está associada à presença de óxido de cálcio em cal hidratada. Quando em contato com a água, o volume da cal se expande

quase que totalmente, levando à formação de vesículas, que correspondem a pequenos pontos inchados nos revestimentos, que acabam comprometendo a pintura.

Para Lopes (2018), de acordo com os dados identificados em sua análise, além do óxido de cálcio, outros compostos ao reagirem com o oxigênio ou a água, podem levar à formação de vesículas. Dessa forma, a cor das vesículas que se formam é uma das formas de se reconhecer o material que está causando essa reação. Assim, quando a vesícula apresentar coloração branca, por exemplo, pode-se dizer que a o componente que está reagindo é o óxido de cálcio. Já a cor escura, preta ou marrom indica a presença de matéria orgânica na reação. A cor vermelha, por sua vez, indica que pode haver concreções ferruginosas na areia que compõe o revestimento. A Figura 3 apresenta um exemplo de vesículas em revestimento de uma fachada.



Figura 3 - Vesículas

Fonte: Lopes (2018).

Portanto, conforme destaca Terribele (2018), observou-se em suas pesquisas que as vesículas correspondem ao empolamento das estruturas. Nos revestimentos de fachadas, essas patologias podem apresentar colorações diferenciadas, como brancas, enferrujadas ou escuras. As prováveis causas da sua ocorrência são a existência de matéria orgânica, ferrugem ou pirita na areia. Ainda, pode ocorrer também em função da hidratação de forma tardia da cal. Para o devido reparo, deve-se substituir o reboco e eliminar os pontos de umidade da estrutura.

Nas pesquisas de Sousa (2012), foi possível identificar que existem três tipos diferentes de deslocamentos: o deslocamento com empolamento, deslocamento de placas e o deslocamento com pulverulência. O deslocamento com empolamento acontece por meio do deslocamento da superfície do reboco ao emboço, provocando o surgimento de bolhas que aumentam de maneira progressiva. Ou seja, ocorre quando as vesículas deslocam-se do emboço, o que faz com que o emboço adquira um som cavo. Pode-se dizer que esse tipo de patologia está associado à hidratação da cal realizada de maneira tardia e à umidade em excesso. Para reparar o dano, deve-se substituir o reboco acometido pela patologia (SILVA, 2013). A Figura 4 apresenta um exemplo de deslocamento com empolamento.



Figura 4 - Deslocamento com empolamento

Fonte: Horsth (2018).

Já o deslocamento de placas é uma patologia que se caracteriza pelo endurecimento das placas, que quebram com facilidade. Ela ocorre devido ao contato das placas de mica com o uso da argamassa. Outra patologia a ser mencionada é o deslocamento com pulverulência, que ocorre pelo deslocamento de tinta, que acaba luxando o reboco (MELO; ALVES, 2017). A Figura 5 apresenta um exemplo de deslocamento de placas.



Figura 5 - Deslocamento de Placas.

Fonte: Horsth (2018).

Em suas análises, Jumes (2019) observou que o descolamento com pulverulência, por sua vez, caracteriza-se pelo deslocamento da camada de tinta, o que resulta na luxação do reboco. Ou seja, trata-se do esfarelamento ou desagregação da argamassa enquanto pressionada, levando à baixa resistência da superfície. A Figura 6 apresenta um exemplo de deslocamento com pulverulência.



Figura 6 - Deslocamento com pulverulência

Fonte: Lopes (2018).

De acordo com Lopes (2018), dentre as causas para o deslocamento com pulverulência, pode-se mencionar a pintura precoce da estrutura, antes mesmo de se iniciar a carbonatação da cal na argamassa; o uso de substitutos da argamassa com características diferentes; uso tardio da argamassa; uso da argamassa em proporções inadequadas; qualidade da argamassa, dentre outras.

Os autores Sousa et al. (2019) destacaram em seus estudos que a existência das fissuras, de caráter horizontal, vertical ou mapeadas. Essas patologias ocorrem em função da expansão da argamassa de assentamento por hidratação tardia do óxido de magnésio, ou pela reação do cimento com materiais que possuem sulfato. O que diferencia essas fissuras acaba sendo o direcionamento das mesmas em relação à estrutura afetada, fazendo-se necessária a renovação da camada de reboco. As Figuras 7 e 8 apresentam exemplos de fissuras horizontais e verticais.



Figura 7 - Fissuras Horizontais

Fonte: Lopes (2018).



Figura 8 -Fissuras verticais.

Fonte: Horsth (2018).

Em suas pesquisas, Correira (2017) constatou que as fissuras mapeadas se distribuem sobre toda a superfície do revestimento, dispostas em monocamadas, apresentando grande facilidade de desagregação. São causadas principalmente pela retração dos agregados, ausência de aglomerados (sendo o cimento o único componente) e pela água de amassamento. Para reparo, recomenda-se o reparo da fissura, da sua pintura e quando em caso de deslocamento, a substituição do revestimento. A Figura 9 apresenta um exemplo de fissura mapeada.



Figura 9 - Fissuras mapeadas.

Fonte: Horsth (2018).

Portanto, observa-se que a grande maioria das patologias que acometem as fachadas das edificações ocorre em função das falhas cometidas pela construção civil e pela ação das intempéries. Dessa forma, verifica-se a grande importância de um bom planejamento

e execução dos projetos de revestimento, a fim de evitar a ocorrência dessas manifestações patológicas.

3. CONCLUSÃO

Conclui-se com a presente pesquisa que o sistema de revestimento de fachadas pode ser caracterizado como o conjunto de materiais utilizados com o intuito de proteger ou compor esteticamente um edifício e é composto especificamente pelos itens visualizados na parte externa. A falta de um sistema de revestimento de qualidade, bem como execução de obras sem cuidados em sua execução podem acabar ocasionando o surgimento de inúmeras patologias nos revestimentos das fachadas de construções. Esses problemas acabam comprometendo a durabilidade e qualidade dos prédios e edifícios, além de influenciar na sua estética.

Observou-se que as manifestações patológicas podem ser caracterizadas como situações com o potencial de afetar a durabilidade ou o desempenho de uma determinada estrutura. Elas possuem diversas formas de manifestação, que variam de acordo com os sistemas construtivos envolvidos. As patologias nas fachadas podem se manifestar de diferentes formas durante a vida útil dessas estruturas, comprometendo a sua integridade, segurança e o desempenho dos sistemas de isolamento acústico e térmico.

Portanto, as patologias que podem surgir nas fachadas das edificações podem se apresentar de maneiras distintas, influenciando no baixo desempenho do projeto. Dentre as principais patologias, destacam-se as eflorescências, deslocamentos, fissuras e vesículas. A eflorescência consiste em manchas de umidade causadas pela umidade constante e por sais presentes na alvenaria. O deslocamento de placas é uma patologia que caracteriza-se pelo endurecimento das placas, que quebram com facilidade. As fissuras ocorrem em função da expansão da argamassa de assentamento por hidratação tardia do óxido de magnésio, ou pela reação do cimento com materiais que possuem sulfato. As vesículas, por sua vez, caracterizam-se por um empolamento nas cores branca, preta ou vermelha que aparecem nas pinturas. Portanto, os objetivos propostos por essa pesquisa foram alcançados.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755: revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200: execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – procedimento**. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4 – Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE**. Rio de Janeiro, 2018.
- BARBALHO, Rita Ohana Soares. **Levantamento das principais patologias habitacionais da cidade de Mossoró-RN**. 2013.
- BARROS, Andrea Lira et al. IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS EM FACHADAS: ESTUDO DE CASO NO CONJUNTO HABITACIONAL VIVER MELHOR II, LOCALIZADO NA CIDADE DE MANAUS/AM. **International Amazon Journal of Innovation Research Education and Science**, v. 1, n. 1, 2019.
- BAUER, E. Mensuração da degradação e vida útil em fachadas. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa, XI**, 2022.
- CORREIA, Ricardo José de Sousa. **Reabilitação de fachadas de edifícios de habitação social, com recurso à termografia**. 2017. Dissertação de Mestrado.
- COSTA, Pedro Laranja d'Araujo. **Patologias do processo executivo de revestimentos de fachada de edifi-**

- cios.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- FREITAS, Antônio Henrique Correa; FRANÇA, Poliana Miranda; FRANÇA, Tamiris Miranda. **Patologia de Fachadas.** São Paulo. 2016.
- GOMES, Bruno Menezes da Cunha. **Análise das principais causas de manifestações patológicas em João Pessoa-PB: Classificação e prevenção.** 2021.
- HORSTH, Alessandra Ambrósio et al. PATOLOGIAS NOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADA. **REMAS-Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde**, v. 8, n. 1, p. 27-38, 2018.
- JUMES, Jéssica Jayne. **Uso da termografia para avaliação de manifestações patológicas no sistema de fachadas com revestimentos cerâmicos: estudo laboratorial.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- KURZ, Mônica Navarini et al. Percepção do usuário em relação à presença de manifestações patológicas em fachadas: estudo de caso. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 5, n. 1, p. 3-19, 2018.
- LIMA, Leonardo Romero; AUGUSTO, Raquel Dias; SANTOS, Sílvio Xavier. ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS À BASE DE CIMENTO PORTLAND: UMA ANÁLISE TEÓRICA DE CORRELAÇÃO. **CONSTRUINDO**, v. 9, n. 3, p. 1-12, 2017.
- LOPES, Daniela Montezuma. O sistema de revestimento de fachadas ventiladas: estudo de caso na cidade de Florianópolis. **MBA Gestão de Obras e Projetos-Florianópolis**, 2018.
- MELO, André Silva; ALVES, Leone Silveira. Patologias em residencial multifamiliar proveniente da ausência de impermeabilização: estudo de caso Edifício Moradas do Sol-Imbituba/SC. **Engenharia Civil-Tubarão**, 2017.
- OLIVEIRA, Antonio Rinaldo et al. **Estudo de Caso: Recuperação das Fachadas de uma Obra Residencial Parada Durante 15 anos em Recife-PE.** In: Anais da Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas. 2017.
- REIS, Wallace Pazeto da Silva. **Revestimento Cerâmico de fachada: Projeto do produto e da produção.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- RODRIGUES, Aretusa Oliveira; PALIGA, Charlei Marcelo; TORRES, Ariela Da Silva. Análise da influência do horário do dia e da época do ano em imagens fotográficas para identificação de manifestações patológicas em fachadas na cidade de Pelotas/RS. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 4, n. 1, p. 48-62, 2017.
- SANTOS, Camilla Lais Lima. **Conservação de Edifício Histórico do Século XIX- Análise de Patologias na Fachada do Bloco a da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.** In: Anais da Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas. 2017.
- SANTOS, Danilo Gonçalves et al. Mensuração e distribuição de patologias na degradação em argamassa. **Gestão e Gerenciamento**, v. 1, n. 8, p. 12-18, 2018.
- SILVA, Anderson José da. **Análise de mapa de danos das fachadas de igrejas históricas tombadas localizadas no município de Jaboatão dos Guararapes.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.
- SOUSA, Fernanda da Silva et al. **A utilização de drones na inspeção visual de fachadas e coberturas e edifícios no âmbito da sua manutenção, monitorização e reabilitação.** 2012. Dissertação de Mestrado.
- TERRIBELE, Alessandra Bordin et al. Classificação do estado de conservação de fachadas de edificações públicas. **E&S Engineering and Science**, v. 7, n. 3, p. 42-57, 2018.
- TONDELO, Patricia Geittenes; BARTH, Fernando. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019009-e019009, 2019.
- TORRES, Ariela Silva; SILVA, Juçara. Patologias nos sistemas construtivos das edificações do início do século XX no sul do Rio Grande do Sul-estudo de caso de residencia na cidade de Rio Grande/RS. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 10, n. 2, 2015.

13

VIABILIDADE DO USO DE PAVIMENTO RÍGIDO EM RODOVIAS BRASILEIRAS

*FEASIBILITY OF THE USE OF RIGID PAVEMENT ON
BRAZILIAN HIGHWAYS*

Antônio Manoel Costa Amorim

Tony Andrade

Resumo

Grandes quantidades de veículos movimentam-se diariamente nas estradas brasileiras o que leva a um peso enorme nas diferentes áreas construídas para este fim. Com essa quantidade voluptuosa, gera-se uma gama de tensões que necessitam de um material firme e durável para resistir a elas. Hoje, tem-se por questões culturais e desenvolvidas com o decorrer dos anos, que o tipo de pavimento mais utilizado no Brasil é o flexível, que, na teoria vê-se como o menos custoso a curto prazo e com rápida construção. Contudo, tem-se como opção de pavimentação, o pavimento rígido que possui grande resistência à tração, no entanto, é pouco utilizado no país. Dessa forma, através de uma análise bibliográfica, serão comparados os tipos de pavimento (flexível e rígido), evidenciando vantagens e desvantagens, em busca de uma conscientização e entendimento sobre o método mais eficaz em relação a capacidade resistiva e durabilidade do pavimento, além da análise do fator econômico-financeiro.

Palavras-chave: Estradas. Pavimento flexível. Pavimento rígido.

Abstract

Large amounts of vehicles move daily on Brazilian roads, which leads to an enormous weight in the different areas built for this purpose. With this voluptuous quantity, a range of tensions are generated that require a firm and durable material to withstand them. Today, due to cultural issues and developed over the years, the type of pavement most used in Brazil is the flexible one, which, in theory, is seen as the least expensive in the short term and with quick construction. However, as a paving option, the rigid pavement has high tensile strength, however, it is little used in the country. In this way, through a bibliographical analysis, the types of pavement (flexible and rigid) will be compared, evidencing advantages and disadvantages, in search of an awareness and understanding about the most effective method in relation to the resistive capacity and durability of the pavement, in addition to the analysis of the economic-financial factor.

Keywords: Roads. Flexible flooring. Hard floor.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma vasta extensão territorial (8.510.345,538 km²), com população que ultrapassa os duzentos e treze milhões de habitantes, o que exige um sistema logístico em termos de transporte que supra as necessidades da população. Diante disso, o transporte rodoviário representa a quarta maior rede de estradas e rodovias do mundo, contando com uma rede de 1.720.700 km no Brasil, configurando assim o principal meio de transporte de pessoas e cargas dentro do país (IBGE, 2021).

A partir da década de setenta do século XX, o sistema ferroviário era considerado o principal responsável pelo escoamento de mercadorias para o abastecimento nas principais áreas econômicas do país, no entanto, aos poucos foi substituído pelo transporte terrestre. Junto a isso conta-se também com o investimento de empresas estrangeiras do ramo automobilístico e governos que começam a investir na construção de rodovias rumo ao desenvolvimento e modernização (CNT, 2021).

Contudo, mesmo o Brasil priorizando o setor do transporte terrestre, esse ainda carece de uma infraestrutura voltada para tal área, visto que há a necessidade de construir mais rodovias e implementar políticas de preservação e manutenção das já existentes, posto que esse setor é o único que abrange praticamente toda a extensão territorial do país.

Dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2017) e da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021) mostram que apenas uma parte muito pequena de toda a extensão da malha rodoviária é pavimentada e apresenta uma qualidade estrutural muito baixa, com muitas rodovias em estado precário, malconservadas e continuamente sofrendo desgastes e deteriorações do solo por conta do constante tráfego de transporte de caminhões e máquinas pesadas. Esses problemas estruturais levam a uma série de acidentes com veículos, causando, além de prejuízos materiais, vítimas fatais.

Isso acontece porque o número de veículos que se deslocam nos solos rodoviários brasileiros é bem volumoso, e por esse motivo, é necessário estudar o melhor método a ser utilizado nas rodovias de forma que supra a necessidade, pois segundo a CNA (2021), somente 13,4% da malha rodoviária brasileira é considerada ótima, 29% boas; 31,5% regulares e 17,4% ruins e 9,5% péssimas condições.

No Brasil, o principal tipo de pavimento utilizado é o flexível, pois criou-se uma cultura, por ser mais econômico, em que seu uso se difundiu por todo o país e se fixasse. No entanto, existe como opção o pavimento rígido, que trabalha com placas de concreto, capazes de absorver a todas as tensões do carregamento aplicado pois possui um elevado nível de rigidez. Dessa forma, foi desenvolvido neste trabalho uma análise a cerca dessa utilização, pois o pavimento rígido por ser mais durável e resistente pode ser uma forte opção de pavimento para ser utilizado no Brasil, de forma a sanar com problemas recorrentes de afundamentos, baixa capacidade de suporte do solo etc.

A pavimentação gera um alto custo para os órgãos responsáveis pela infraestrutura, no entanto, entende-se que projetos bem elaborados e exequíveis, voltados para a construção de pavimentos rígidos, possam ter efeitos positivos no sentido da durabilidade do pavimento das rodovias e, principalmente, uma queda na necessidade de reparos tal como acontece quando a pavimentação é feita com material betuminoso, como é o caso do pavimento flexível, pois esse rompe-se com mais facilidade quando recebe um peso maior sobre si. Ainda assim, esse é o mais comumente utilizado nas rodovias brasileiras (BEZERRA, 2018).

Dessa forma, através de uma análise comparativa sobre o uso dos tipos de pavimento flexível e rígido, desenvolvida com o estudo de livros, teses, dissertações dos principais autores sobre o assunto, assim como o elenco das principais diferenças técnicas e econômicas, entre eles, foi possível propor melhorias para as rodovias brasileiras, considerando o mais adequado a ser utilizado, de forma capaz de suportar um intenso fluxo de veículos pesados, sem que essas pavimentações das rodovias sofram com os danos contínuos e em lapsos de tempo tão curtos.

Ademais, foi levado em consideração que o uso de produtos utilizados na pavimentação rígida se adequa melhor a determinados climas e temperaturas, visto que a condição de umidade do solo sofre essa influência direta e isso tende a oferecer maior resistência e segurança no que tange ao quesito rompimento e rachaduras nos asfaltos, podendo apresentar uma maior durabilidade. Portanto, compreendeu-se que por meio de revisão bibliográfica que o emprego do uso do pavimento rígido pode ser mais eficaz nas rodovias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente trabalho, primeiramente foram analisados e desenvolvidos estudos acerca do que é pavimento para estabelecer as distinções entre dois tipos de existentes nos leitos das rodovias do país: Pavimento Flexível e Pavimento Rígido. Outrossim, foram elencadas as vantagens e desvantagens de cada um desses pavimentos e, como fio condutor principal desta revisão verificou-se os entraves econômicos que impedem a construção das rodovias brasileiras a partir da pavimentação rígida, ressaltando as vantagens que ela teria sobre o pavimento flexível, que, por sua vez é comumente utilizado no Brasil.

2.1 O que é Pavimento e sua classificação

Dentre as obras estudadas, cita-se o Manual de Técnicas de Pavimentação do professor e engenheiro civil Senço (2007), em cuja obra tece um breve contexto histórico acerca do início das construções de rodovias no país com base na sua própria experiência de vida, haja vista ele ter acompanhado a implantação da pavimentação de mais de vinte e cinco mil quilômetros de malha viária em São Paulo no fim da década de setenta.

Segundo o autor Senço (2007, p. 6-7) “pavimento tem como função principal resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos de forma que não se concentre em um ponto e evita os desgastes horizontais se tornando durável”. Algumas definições de outros autores corroboram com a definição.

Para Santana (1993, p. 45), pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

Segundo Souza (1980, p. 102):

Pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade. Esta estrutura assim constituída apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações.

As definições citadas pelos autores são baseadas no conceito da ABNT (NBR 7207/82),



que define: “pavimento é uma estrutura construída após terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego; b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.”

A figura 1 apresenta as cargas de um pavimento, e o autor Santana (1993, p. 60), descreve:

a carga de um veículo, representado pela Carga Q , se deslocando com a velocidade V , nisso recebendo uma tensão vertical σ_0 (compressão) e uma tensão horizontal τ_0 (cisalhamento). As variadas camadas componentes da estrutura do pavimento também terão a função de diluir a tensão vertical aplicada na superfície, de tal forma que o subleito receba uma parcela bem menor desta tensão superficial (p_1). A tensão horizontal aplicada na superfície exige que esta tenha uma coesão mínima (SANTANA, 1993, p. 60).

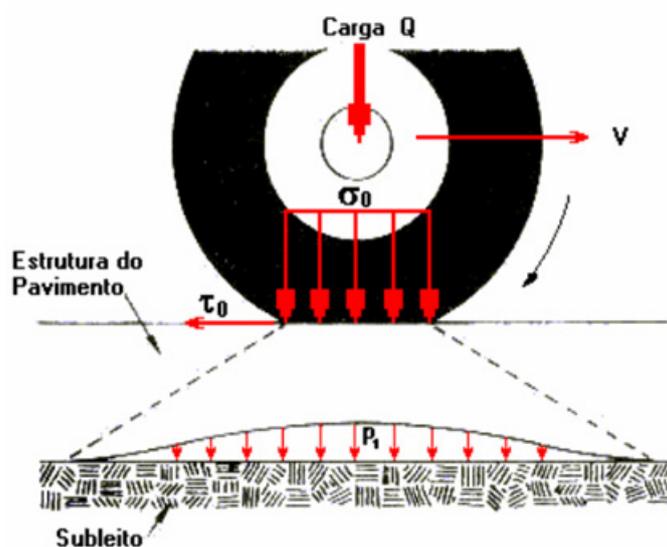


Figura 1. Cargas no pavimento

Fonte: Santana (1993).

Assim, através da figura 1, pode-se analisar os conceitos apresentados, uma vez que ela elucida a tensão horizontal sendo aplicada na superfície.

Um estudo do Departamento da Indústria da FIESP (2017), afirma que a pavimentação da malha rodoviária deve levar em consideração as várias combinações de técnicas e materiais, o tipo e fluxo de tráfego, bem como a magnitude das cargas, os materiais disponíveis na região e a ação climática sobre os materiais. (FIESP, 2017, p. 43).

Tal estudo destaca haver duas tecnologias “que se diferenciam pelo material empregado nas camadas de rolamento dos pavimentos: a tecnologia asfáltica e a de concreto” (FIESP, 2017, p. 43). Nesse sentido, ressalta-se que para a implantação de uma ou outra tecnologia, as técnicas, a aplicação e custos são diferentes entre si. A estrutura dos pavimentos pode ser classificada em: pavimentos flexíveis, pavimentos rígidos e pavimentos semirrígidos. Para esse trabalho, serão explanadas as estruturas flexível e rígida.

2.1.1 Pavimento flexível

A partir de meados da década de 1950, movido pelo sonho da modernização do Brasil, o Presidente Juscelino Kubitschek (JK), deu início à implantação de uma malha rodoviária no país. Pelo baixo valor do petróleo à época, por não demandar um tempo excessivo para aplicação, mais fácil se tornou para que o tipo de pavimento utilizado fosse o flexível, sendo o mais utilizado até a atualidade, ainda que o preço do petróleo tenha sido elevado ao longo dos tempos (BEZERRA, 2018).

Os pavimentos flexíveis são aqueles que podem sofrer deformações sem se romperem, isso dentro de certos limites. São construídos em camadas de materiais granulares, sem resistência acentuada à tração e por revestimentos betuminosos delgados (SENÇO, 2007, p. 658).

A base do pavimento flexível é composta por várias camadas: subleito, sub-base, base e revestimento; constitui-se de materiais betuminosos que são bem menos resistentes, o que reduz seu tempo de vida útil para dez anos, necessitando de constantes reparos no decurso desse tempo (MEDINA, 1997).

Na figura 2 pode-se observar a estrutura do pavimento flexível.

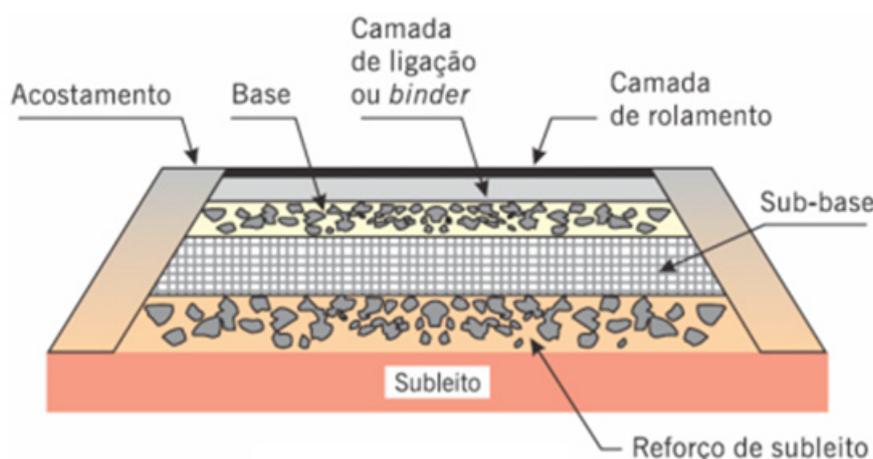


Figura 2. Estrutura do Pavimento flexível

Fonte: Bernucci, 2010.

Dessa forma, pode-se observar na figura 2 que o pavimento flexível é composto pela camada de rolamento, logo após a camada de ligação, em seguida a sub-base, logo o reforço do subleito e posteriormente o subleito.

Em relação a produção da pavimentação asfáltica, tem-se:

O cimento asfáltico de petróleo (CAP), principal tipo de asfalto empregado em pavimentação, é produzido em quatro padrões que consideram diferentes graus de viscosidade e penetração. Os dois principais – em termos de volumes utilizados na construção e que são comercializados no Brasil – são o CAP 30-45 e o CAP 50-70, cujas especificações se adaptam a diferentes tipos e usos das misturas asfálticas. Fatores múltiplos definem o produto adequado para cada tipo de pavimento: características do terreno da fundação; temperatura ambiente; volume, peso e velocidade previstos dos veículos que utilizam a rodovia; geometria da via (rampas, declives, curvas etc.); drenagem; entre outros. (FIESP, 2017, p. 44).

Assim, nota-se que o pavimento flexível é o mais utilizado nas estradas brasileiras, tanto por ser menos custoso a curto prazo, quanto por que sua construção ser mais rápida. Contudo, apesar de mais barato, tende a ser menos resistente e menos duradouro, tendo assim seu tempo de vida útil reduzido para dez anos.

Comumente o pavimento asfáltico apresenta muitas patologias, como deformações de superfície, defeitos, panelas, escorregamento do revestimento betuminoso, fendas, remendos, afundamentos no trilho de roda e depressões. Com base nessas evidências patológicas, o DNIT (2006) alerta que essas instabilidades no leito das rodovias provocam situações de insegurança àqueles que utilizam a malha rodoviária, haja vista que afeta a estrutura das cargas e o padrão de qualidade do rolamento nas vias, havendo risco de acidentes, podendo resultar em óbitos.

2.1.2 Pavimento rígido

Foi principalmente, na Alemanha, durante a Segunda Guerra Mundial, que o pavimento rígido começou a ser mais aplicado nas construções de suas autoestradas, sendo seu uso a partir de então disseminado para o resto da Europa. No Brasil, o primeiro pavimento de concreto em rodovia foi executado no Caminho do Mar – ligação São Paulo a Cubatão – em 1925 e, posteriormente, em 1932, foi implantado o mesmo tipo de pavimento na antiga estrada Rio-São Paulo, segundo dados do mesmo autor (SENÇO, 2007, p. 696).

Dessa forma, em relação a pavimento rígido, o professor afirma que:

São aqueles que tem sensível rigidez à flexão, não podem sofrer deformações sem se romper, trabalhando, assim, à tração. Caracteriza-se por ter na resistência à tração, o fator preponderante para o dimensionamento. (SENÇO, 2007, p. 690).

No aspecto técnico, o pavimento rígido caracteriza-se por apresentar uma camada de revestimento com rigidez maior que as camadas inferiores, e absorve assim tensões e deformações provenientes da placa. Esse modelo de pavimentação rígida tem como base a integração de cimento Portland simples, podendo durar até trinta anos, como interligação dos agregados que se envolvem no concreto e nas placas de cimento, sendo principal componente estrutural, e utilizado também como pré-moldadas. A estrutura do pavimento rígido, pode ser observada na figura 3.

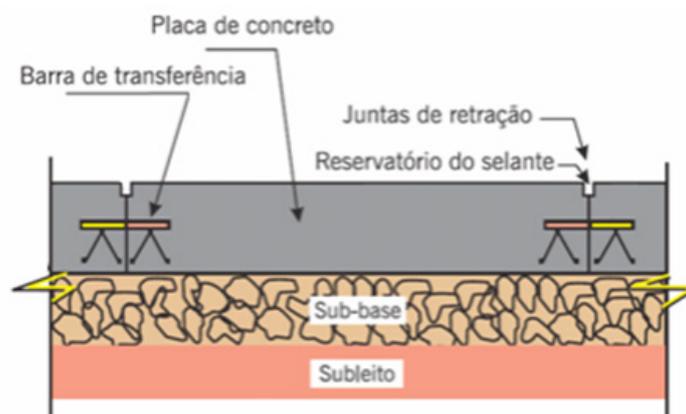


Figura 3. Estrutura do Pavimento rígido

Fonte: Bernucci, 2010.

Na figura 3 é possível verificar que o pavimento rígido é estruturado com placas de concreto na primeira camada, em que contém as barras de transferência e as juntas de retração entre as placas, logo encontra a sub-base e o subleito. O dimensionamento do pavimento flexível é comandado pela resistência do subleito e do pavimento rígido pela resistência do próprio pavimento.

A FIESP (2017) relata sobre Pavimento de concreto no Brasil:

A cadeia produtiva do pavimento de concreto começa na extração de areia, argila, calcário e gesso, que envolve as atividades de mineração e transporte. O processo de transformação envolve moagem, secagem e homogeneização da mistura de areia, argila e calcário para a obtenção do clínquer. O clínquer é, então, misturado com argilas, escória e gesso para produzir o cimento composto por meio da queima em fornos e nova moagem. Devido às altas temperaturas de queima, o processo de transformação é intensivo em energia [...] para produzir a massa de concreto que será aplicada na pavimentação, o cimento é misturado com agregados, água e aditivos. A massa é feita em caminhões betoneiras ou em usinas transportáveis, dosadoras e misturadoras de concreto, sendo aplicada em obra nas formas que definem o traçado e as dimensões das pistas. A montagem da pista também pode envolver o uso de aço, para a estrutura, e de agregados, para a fundação. O acabamento das pistas é feito por meio de texturização, a qual garante bom atrito entre o pavimento e os pneumáticos dos veículos e a não formação de lâminas d'água, evitando aquaplanagem. (FIESP, 2017, p. 54).

Segundo Marques (2015, p. 4), “o pavimento rígido é constituído por camadas que trabalham à tração. O dimensionamento é feito nas propriedades resistentes de placas de concreto de cimento Portland, que são apoiadas na transição, a sub-base”. De acordo com o autor, as camadas do pavimento trabalham a tração, o que significa que para determinar a espessura do pavimento, é através da resistência a tração do concreto.

Devido ao grande movimento de tráfegos nas estradas brasileiras, é imperioso pensar na quantidade de veículos que diariamente circulam por elas, bem como no peso desses veículos somado aos seus respectivos carregamentos sobre o leito das mesmas. Nesse sentido, há a necessidade de que as rodovias suportem tal dimensão de sobrecarga sobre si ao mesmo tempo oferecendo segurança aos usuários. Portanto, o que seria mais proveitoso se a pavimentação das estradas fosse construída a partir do concreto (MARQUES, 2010).

A sobrecarga tem efeito danoso ao promover deformação acelerada nos pavimentos rodoviários e urbanos, haja vista que a maioria da pavimentação é construída a partir de material betuminoso, por isso carece de constantes intervenções para reparos e manutenção, o que, conseqüentemente, impõe uma redução no tráfego, causando transtornos, prejuízos ambientais, congestionamentos além do aumento do consumo de combustível e emissão de gases poluentes ambientais (MACEDO, 2015). Tais males poderiam ser minimizados com a implantação de pavimentos rígidos na malha rodoviária brasileira.

2.2 Metodologia

Este artigo foi desenvolvido a partir de uma revisão narrativa e descritiva da bibliografia atinente ao objeto de estudo investigado, através de informações e dados em livros, teses, dissertações, artigos científicos, artigos de jornais e artigos divulgados em meios eletrônicos, bem como em relatórios dos órgãos de inspeção governamentais, visto que o

objeto pesquisado está intrinsecamente ligado a estes. Para efeito de coleta desse material, utilizou-se de bibliotecas universitárias e sites da internet.

As leituras, fichamentos e resumos dos materiais pesquisados como melhor forma de desenvolver uma análise crítica, foi crucial na construção e elaboração do texto final do artigo.

A partir dessa revisão bibliográfica, os objetivos foram alcançados, assim como os resultados que possam contribuir com o meio acadêmico, empresarial e governamental.

2.3 Resultados e Discussão

O uso do pavimento flexível no Brasil tornou-se uma cultura que se estendeu até hoje, e se consolidou no meio técnico. No entanto, existe como opção o pavimento rígido que pode ser utilizado nas rodovias e pode sanar problemas encontrados por possuir um alto nível de rigidez.

Em relação ao pavimento flexível, ele quer um maior número de manutenções, pois sua superfície quando molhada, fica escorregadia. No entanto, ele é uma boa opção econômica e também, ecológica. No entanto, sua vida útil é menor que 10 (dez) anos, uma vez que a exposição ao sol, derramamento de óleos e combustíveis, levam a sua superfície a se deteriorar com mais facilidade.

O pavimento rígido, como já citado, possui alto nível de rigidez, devido à resistência à flexão das placas de concreto, possui rigor na metodologia construtiva e qualidade nos materiais. Em relação a manutenção, garante durabilidade e pouca necessidade de reparos.

A figura 4 apresenta algumas das principais diferenças encontradas entre o uso de pavimento flexível e o rígido.

PAVIMENTOS RÍGIDOS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS
Estruturas mais delgadas de pavimento.	Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas.
Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis).	É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis).
Maior distância de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança.	A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas.
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções.	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados.
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade.	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável).
Vida útil mínima de 20 anos.	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção).

Figura 4. Análise comparativa Pavimentos Rígidos x Flexíveis

Fonte: Bianchi (2008).

Pode-se verificar na figura 4 que as estruturas rígidas se sobressaem na maioria dos aspectos elencados, perdendo apenas na aderência para demarcações viárias. No entanto, ganha destaque por possuir uma estrutura mais delgada, uma maior resistência a ataques químicos, maior distância de visibilidade horizontal, que é importantíssimo devido a segurança, pequena necessidade de manutenção e vida útil mínima de 20 anos, enquanto o flexível é de apenas 10 anos.

Em termos de aspectos econômicos, o artigo “Pavimentos Rígidos: o futuro das estradas brasileiras”, inserto na Revista Multidisciplinar do Nordeste Brasileiro, os autores fazem o seguinte questionamento: “se o pavimento rígido oferece um menor valor de manutenção, resistência maior, durabilidade maior e hoje em dia praticamente o mesmo preço de aplicação a curto prazo, porque este ainda não foi aplicado à malha rodoviária do nosso país?”, acrescenta, ainda, que deve-se avaliar o custo da execução da obra e também os custos diretos e indiretos que um pavimento pode trazer, assim como os custos para manter a via (PETZOLD; BERNARDI; MATTEONI, 2021).

Segundo dados do DNIT (2017) para implantar pista simples de pavimento flexível, entre 3,6m e com 2,5m de acostamento, utilizando revestimento CAUQ e espessura igual a 10cm para acostamento. Dessa forma, tem-se como custo R\$ 3.159.000,00/km, enquanto para o pavimento rígido, o custo médio de R\$ 5.430.000,00/km. Isso sem mencionar os gastos com a manutenção e constantes recapeamentos.

Ainda de acordo com o mesmo órgão, (DNIT, 2017), pode-se destacar neste comparativo a questão econômico-financeira, pois de início parece que o pavimento flexível tende a ter menos custo, no entanto, o rígido a longo prazo se sobressai pois não existe uma necessidade de constantes reparações na via como acontece com o flexível.

Ronaldo Vizzoni (2013, p.45) afirma que “o pavimento de concreto é uma alternativa de pavimentação viável economicamente, as obras deveriam ser licitadas, e, consequentemente, executadas, exclusivamente com projetos executivos”. De acordo com o autor, ainda que haja uma forte tendência de que as vias de transporte rodoviário ou urbano, no futuro, sejam necessariamente de concreto, consideradas “vias verdes”, devido seu comprometimento com o meio ambiente, com qualidade e preservação da vida, bem como com o crescimento sustentável do país.

Os custos da infraestrutura de transportes são bastante elevados, no entanto, os entraves para que seja implantada a pavimentação rígida na malha rodoviária aparentam ser, além de ordem econômica, também de origem política e perpassam por pontos como: competitividade das empresas concessionárias rodoviárias, desequilíbrio de contratos, arrecadação da administração pública, fiscalização do poder público.

Dessa forma, a população não pode ser omissa e muito menos desinformada, deve haver campanhas e ações políticas com o propósito de conscientização e pressão junto aos órgãos governamentais acerca da necessidade de mudanças na estrutura da malha rodoviária do país, cobrando posicionamento dos políticos, não se contentando com constantes recapeamentos e operações tapa-buraco.

3. CONCLUSÃO

O avanço na construção civil no Brasil se faz lenta quando comparada a países de primeiro mundo, e isto fica claro quando se analisa as estradas do país. Segundo a ABCP (2019), 99% das estradas brasileiras possuem em sua estrutura o pavimento flexível.

Contudo, o número de emplacements teve alta nos últimos anos. Dessa forma, en-

tende-se que os brasileiros têm investido em veículos automotivos para se locomover, refletindo diretamente no volume de carros trafegando nas rodovias do país (AUTOO, 2020).

Dessa forma, o pavimento rígido apresenta vantagens em relação ao flexível, pois, segundo o autor Fernandes (2019), o pavimento rígido dura até 3 (três) vezes mais que o flexível e conforme Bianchi (2008), a partir de 20 anos para rígido e até 10 anos para o flexível.

A Votorantim Cimentos (2017), indica o pavimento rígido quando comparado ao pavimento flexível, desde a segurança até a questão econômica em que, Feldman (2020), relata que por ano tem-se que a cada 100mil habitantes, 17 morrem nas estradas brasileiras, enquanto na Alemanha, em que se predomina a estrutura rígida, a taxa diminui para 4 pessoas a cada 100mil habitantes.

Dessa forma, se faz necessário o uso deste método com mais frequência nas estradas brasileiras para que se tenha uma diminuição dos gastos a longo prazo, e ainda sem comprometimento do curto prazo, uma vez que ele possui durabilidade.

Contudo, essa “cultura” estabelecida por Juscelino Kubitschek sobre o uso de pavimentos feitos asfáltico em 1995, pode ser alterada hoje, não existe problema em pensar em outra opção. Hoje, deve-se pensar em melhorias que atendam a demanda atual do país e sanar os problemas que são recorrentes (BEZERRA, 2018, p. 60).

Assim, é necessária uma mudança quando se trata do uso de metodologias convencionais por “medo” do uso de novas em relação a construção das estradas, uma vez que, os cidadãos precisam transitar com frequência pelas rodovias e elas também são responsáveis por transportar suprimentos. Cada brasileiro deve se posicionar pelos seus direitos e garantir uma infraestrutura segura para o volume de veículos que utilizam as estradas.

Referências

- ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de Placas de Concreto: Passeio Público**. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://abcp.org.br/abcp>. Acesso em: 20 ago 2022.
- ABNT (1992) NBR 7207. **Utilização do Pavimento**. Especificação. Acesso em: 12 ago 2022.
- AUTOO. **Emplacamento de Veículos e Marcas no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.autoo.com.br/emplacamentos/>. Acesso em: 26 set 2022.
- ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. NBR 7207/1982: **Termologia e classificação de pavimentação**. Rio de Janeiro, 1982.
- BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008. PETROBRAS: ADEBA, 2008. Disponível em http://www.proasfalto.com.br/pdf/Asfalto_Capitulo_04_Mar2010.pdf. Acesso em 26 set 2022.
- BEZERRA, J. Juscelino Kubitschek. **Toda Matéria**. 2018. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/juscelino-kubitschek/>. Acesso em: 15 ago 2022.
- BRASIL. Departamento Nacional de infraestrutura de transportes. Diretoria de planejamento e pesquisa. Coordenação geral de estudos e pesquisa. Instituto de pesquisas rodovia **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- CNT. **Número total de acidentes em rodovias federais cai em 2019, mas números de mortos e feridos aumenta**. Brasília: Confederação Nacional do Transporte, 2021. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/acidentes-rodovias-cai-2019-numero-mortosferidos-aumenta> Acesso em: 15 ago 2022.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). Planilha: Custos Médios Gerenciais 2017. Disponível em: http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/copy_of_custo-medio-gerencial. Acesso em 26 set 2022.
- DNIT. **Manual de drenagem de rodovias**. Ministério dos Transportes. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. 2006.

- FELDMAN, B. **Alemanha x Brasil: 7 x 1 no futebol, 10 x 1 nas mortes de trânsito**. Estadão, 2020. Disponível em: <<https://jornaldocarro.estadao.com.br>>. Acesso em: 26 ago 2022.
- FIESP. Departamento da Indústria da Construção. **Pavimento de vias no Brasil: infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação / FIESP**. – São Paulo: FIESP, 2017.
- MACEDO, Wagner. **Relatório do 2º Simpósio sobre Obras Rodoviárias** – RODO 2002.
- MARQUES, G.L.O., 2010, **Notas de Aula da Disciplina Pavimentação**. Versão: 06.2, 210 p. Juiz de Fora-MG.
- MEDINA, J. **Mecânica dos Pavimentos**. 1997, 1ª edição, 380 p. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ
- PETZOLD, Augusto dos Santos; BERNARDI, Rickson Marinho; MATTEONI, Stefano. PAVIMENTOS RÍGIDOS: O futuro das estradas brasileiras, in: **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v.1, 2021. Disponível em: https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2021/609_pavimentos_rigidos_o_futuro_das_estradas_brasileiras.pdf. Acesso em: 26 set 2022.
- SANTANA, Professor Humberto Santana. **Manual de Pré-misturados a frio**. 1993
- SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. v. 1, 2. ed. ampl., São Paulo: PINI, 2007.
- SILVA, A. L. **Estudo Comparativo Entre Pavimento Rígido e Pavimento Flexível**. Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Maringá – PR, 2019.
- SOUZA, M.L **Pesquisa sobre métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis**. 1980. Pavimentação Rodoviária. 2 ed rio de Janeiro –RJ: LTC Editora,
- VIZZONI, R. **Pavimento de Concreto: Solução Sustentável e Custo Competitivo**. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. 2009.
- VIZZONI, Ronaldo. **Pavimento de concreto: uma realidade nacional**. Disponível em: https://viasconcretas.com.br/wp-2013content/uploads/2013/11/Pavimento_concreto_sustentavel.pdf. Acesso em: 22 set 2022.
- VOTORANTIM CIMENTOS. **Avaliação de Ecoeficiência**. 2017. Disponível em: https://www.votorantimcimentos.com.br/estudos_casos/avaliacao-de-ecoeficienciapavimento-de-concreto-x-pavimento-de-asfalto/. Acesso em: 26 set 2022.

14

A IMPORTÂNCIA DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*THE IMPORTANCE OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN
CIVIL CONSTRUCTION*

Thiago Fonseca Cunha de Paula
Vitor Tanno

Resumo

A pesquisa apresenta algumas das novas tecnologias dentro da engenharia civil, evidenciando a importância para a humanidade se adaptar e evoluir-se tecnologicamente o seu modo de construir e morar. Atualmente a inovação tecnológica tem sido um fator de diferencial e destaque na busca por melhorias de processos. Assim sendo o trabalho aponta propostas tecnológicas, que estão sendo utilizadas na área da construção civil, auxiliando assim, de forma bastante colaborativa no setor, reduzindo o tempo, melhorando o serviço, facilitando a mão de obra, promovendo qualidade e eficiência. O avanço da tecnologia é sempre crescente e vem colaborando para o desenvolvimento da engenharia civil, é importante aprender e entender essas mudanças e inovações do setor, sendo essencial ao profissional de engenharia, pois dessa forma a sociedade e as construções terão acesso às inovações que geram sustentabilidade, menos custos e maiores benefícios no setor civil. A pesquisa realizada buscou responder o problema: Quais as principais tecnologias que têm gerado melhores resultados na engenharia civil? Teve ainda, como objetivo geral: Conhecer os impactos do uso de tecnologias dentro da construção civil. Conceituar tecnologia na engenharia civil, assim com descrever as principais tecnologias na engenharia civil e suas aplicações e também aponta a importância das inovações e tecnologias dentro do setor da construção civil.

Palavras-chave: Engenharia Civil, Tecnologia, Inovação.

Abstract

The research presents some of the new technologies within civil engineering, highlighting the importance for humanity to adapt and technologically evolve its way of building and living. Currently, technological innovation has been a differentiating factor and a highlight in the search for process improvements. Therefore, the work points out technological proposals, which are being used in the civil construction area, thus helping, in a very collaborative way in the sector, reducing time, improving the service, facilitating the workforce, promoting quality and efficiency. The advancement of technology is always growing and has been collaborating for the development of civil engineering, it is important to learn and understand these changes and innovations in the sector, being essential to the engineering professional, because in this way society and buildings will have access to the innovations that generate sustainability, lower costs and greater benefits in the civilian sector. The research carried out sought to answer the question: What are the main technologies that have generated better results in civil engineering? It also had, as a general objective: Knowing the impacts of the use of technologies within civil construction. Conceptualize technology in civil engineering, as well as describe the main technologies in civil engineering and their applications and also points out the importance of innovations and technologies within the civil construction sector.

Keywords: Civil Engineering, Technology, Innovation.



1. INTRODUÇÃO

Na última década, as novas tecnologias mudaram completamente a forma de viver do ser humano. Seja nos relacionamentos ou no mundo dos negócios, os novos recursos vieram para ficar. No setor da construção civil não foi diferente pois já existem novas tecnologias construtivas que são capazes de simplificar a execução de algumas etapas da obra, diminuindo o tempo gasto, aumentando a produtividade dos operários e, também, gerando um produto final com melhor acabamento.

É de responsabilidade dos profissionais da engenharia civil implementar métodos, práticas e materiais tecnológicos que possibilitem melhoria nas atividades realizadas pelo setor da construção civil, uma área extremamente relevante para o bem-estar da sociedade. Assim, desde o início do planejamento dos projetos, execução e entrega as inovações poderiam tornar as atividades mais práticas, seguras, econômicas e melhor executadas.

Recentemente várias inovações surgiram e proporcionaram à engenharia civil opções mais sustentáveis para serem utilizadas. Mas é preciso conhecer essas novas tecnologias, suas características e benefícios para que a adoção das mesmas em projetos simples e complexos se torne mais popular e com isso, mais utilizado, trazendo melhorias ao meio ambiente e à sociedade.

Atualmente o avanço da tecnologia vem impactando de forma consistente e revolucionária a área da construção civil. As inúmeras novidades tecnológicas nas décadas recentes estão estimulando o desenvolvimento e facilitando a modernização do setor. É de grande importância abordar alguns exemplos de novas tecnologias úteis na área da engenharia civil, mostrando suas utilidades e seus benefícios.

O trabalho propôs pesquisar as novas tecnologias dentro da engenharia civil, tomando proporções que englobam todo um setor que é desde os primórdios da civilização muito importante para a humanidade. A inovação tecnológica tem sido um fator de diferencial e destaque na busca por melhorias de processos, por isso a pesquisa abordará propostas tecnológicas, que estão sendo utilizadas na área da construção civil, auxiliando assim, de forma bastante colaborativa no setor, reduzindo o tempo, melhorando o serviço, facilitando a mão de obra, promovendo qualidade e eficiência.

O avanço da tecnologia é sempre crescente e vem colaborando para o desenvolvimento da engenharia civil, é importante aprender e entender essas mudanças e inovações do setor, sendo essencial ao profissional de engenharia, pois dessa forma a sociedade e as construções terão acesso às inovações que geram sustentabilidade, menos custos e maiores benefícios no setor civil.

A pesquisa realizada buscou responder o problema: Quais as principais tecnologias que têm gerado melhores resultados na engenharia civil? Teve ainda, como objetivo geral: Conhecer os impactos do uso de tecnologias dentro da construção civil. Conceituar tecnologia na engenharia civil, assim como descrever as principais tecnologias na engenharia civil e suas aplicações e também, pontar a importância das inovações e tecnologias dentro do setor da construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Resultados e Discussão

2.1.1 Conceito de Tecnologia na Engenharia Civil

A Tecnologia na Engenharia Civil consiste no estudo e aplicação de métodos, ferramentas, inovações tecnológicas e invenções usadas no setor da construção civil. Essas inovações permitem que progressos nessa área se tornem viáveis e segundo Ivan Franklin Junior (2008), esse desenvolvimento tecnológico é resultado de uma demanda por maior produtividade, maiores lucros e melhores resultados. O autor afirma ainda que a tecnologia contribui fundamentalmente em dois quesitos:

- a) Desenvolvimento e emprego de materiais;
- b) Processos modernos e inovadores.

Esses dois fatores somam de maneira singular na melhoria de execução e praticidade dos projetos, Para Cláudia Campos Crespo e Regina Coeli Ruschel (2007), a complexidade e a multidisciplinaridade dos projetos em construção civil tornam mais difícil gerenciar os recursos financeiros, materiais, e humanos que envolvem uma obra, portanto é importante usar a tecnologia na construção civil para reduzir ou eliminar os desperdícios na execução de projetos. Ao monitorar processos usando a tecnologia é possível observar algumas vantagens, como:

- a) Integração de todas as áreas, etapas e equipes de determinado projeto em uma mesma plataforma;
- b) Visão abrangente do projeto em execução;
- c) Antecipação e correção de erros que tendem a tornar o projeto mais caro e demorado, o que implica em atrasos;
- d) Transparência no gerenciamento, coleta e análise dos dados;
- e) Gestão multidisciplinar;
- f) Controle do cronograma pelo cliente, que fica informado sobre as etapas cumpridas e os prazos.

Como resultado, se tornam possíveis construções com custos mais baixos e também maior rapidez para entregar projetos com qualidade. Assim, essas vantagens segundo JUNIOR (2008), darão suporte para tomar decisões acertadas com relação ao projeto, além de gerar praticidade para encerrar atividades de manutenção de obra.

2.1.2 Principais tecnologias na engenharia civil e suas aplicações

Mostra-se fundamental que o profissional de engenharia civil esteja atento ao mercado de tecnologias desenvolvidas para o setor, e sempre buscando qualificações e conhecimento para lidar com as inovações do ramo, dessa forma somará de maneira significativa nos projetos nos quais esteja participando, assim, poderá sugerir e inserir melhorias dentro das construções civis (JUNIOR, 2008). Algumas dessas tecnologias são:

1. Equipamentos:
 - Impressora 3D: Produz objetos de forma precisa a partir de uma modelagem feita em softwares. Alexandre Macêdo da Silva (2019) acrescenta que qualquer produto pode ser feito nessas máquinas, que vão desde objetos de decoração até edifica-



ções inteiras. A produção de uma casa com uso da impressora 3D ocorre com a produção de inúmeras peças encaixáveis;

- Drones: De acordo com Falorca e Lanzinha (2018), os principais motivos para o uso do drone na construção civil estão relativos à análise da topografia do terreno, pois é possível ter uma visão superior geral da propriedade, ou fazer uma inspeção em áreas de difícil acesso;
- Nível a laser: Este aparelho ajuda a deixar pisos e paredes retos e nivelados, garantindo o acabamento perfeito desejado. Pode ser utilizado para marcação em paredes, forros, pisos e trabalhos externos.

2. Metodologias de construção:

- Lean (Construção enxuta): Uma das tecnologias sustentáveis na construção civil. Os principais pontos da Lean Construction são: a redução do desperdício, mudança organizacional, maior foco no produto;
- BIM: Segundo Cláudia Campos Crespo e Regina Coeli Ruschel (2007), a tecnologia BIM na construção civil foi durante muito tempo uma das mais promissoras e hoje se tornou uma realidade. Dessa maneira, toda empresa moderna deve usar a tecnologia BIM para realizar processos que vão desde a obtenção das plantas técnicas de projeto até etapas de planejamento e orçamento;
- Steel Frame: A tecnologia Steel Frame nada mais é do que um sistema construtivo sustentável, baseado na utilização de perfis de aço galvanizado para suportar as cargas da edificação. O grande diferencial da utilização desse sistema encontra-se na racionalização e otimização dos materiais para a execução das atividades. Segundo Marciô Martins Guimarães, Viviane da Silva Costa e José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves (2019), o Steel Frame consegue reduzir a geração de resíduos, gerando economia para o construtor, uma vez que não serão comprados materiais em excesso. Essa nova tecnologia exige uma mão de obra mais qualificada, o que pode encarecer o empreendimento. Mas, obviamente, tudo deve ser colocado na balança. A menor geração de resíduos e a agilidade no serviço fazem com que o sistema seja viável.

3. Software:

- Revit: O mais renomado software de tecnologia Revit. é utilizado especialmente por arquitetos e engenheiros. É de fácil utilização e integra diferentes processos relativos à construção (CRESPO; RUSCHEL, 2007, p.3);
- Gestão (Trello): Nesse programa são criadas equipes e tarefas e, conforme as etapas são concluídas, os cartões são atualizados;
- OrçaFascio: Criado no Brasil, oferece opções completas para a gestão completa do empreendimento. De acordo com Fábio Kirch (2018), o software envolve tanto a questão do planejamento quanto o orçamento de obras. Há a opção de automatizar diversos processos, resultando na produção do orçamento até 8x mais rápido que os métodos convencionais.

Inúmeras tecnologias foram desenvolvidas ao longo dos anos no setor da construção civil. O desenvolvimento dessas tecnologias continua crescente e adaptável às necessidades no canteiro de obra, torna-se essencial o uso dessas inovações nas diversas fases do projeto, pois elas geram valor e sustentabilidade, uma vez que reduzem possibilitam uma menor geração de resíduos e a agilidade no serviço prestado ao construir (JUNIOR, 2008, p.4).

2.1.3 A Importância das Inovações e Tecnologias dentro do Setor da Construção Civil

O autor Junior (2008) afirma que as inovações e tecnologias têm muito a gerar benefícios a todo o setor da construção civil, e diz ainda que:

O uso de novas tecnologias leva ao crescimento do setor como um todo pela industrialização dos meios necessários a sua execução. Por meio de ferramentas e equipamentos apropriados às atividades, sejam eles de execução do produto edifício ou de caráter administrativo, como consequência tem-se um produto final de melhor qualidade e a um menor custo (JUNIOR, 2008, P.6).

Várias tecnologias desenvolvidas já estão sendo usadas na engenharia civil, as novas tecnologias construtivas são capazes de simplificar a execução de algumas etapas da obra, diminuindo o tempo gasto, aumentando a produtividade dos operários e, também, gerando um produto final com melhor acabamento, dentre os grandes benefícios ao setor construtivo, Ariovaldo Denis Granja (2015) ressalta:

- a) Maior organização nos documentos;
- b) Cumprimento de prazo;
- c) Mais produtividade;
- d) Melhoria na qualidade de comunicação;
- e) Melhor identificação de erros;
- f) Otimização da segurança;
- g) Facilidade no acesso às informações da obra;
- h) Otimização de custos (mais economia, menos prejuízos).

Com a tecnologia na construção civil, o trabalho se desenvolve melhor, é mais produtivo e chega ao cliente final no prazo combinado. Na última década, as novas tecnologias mudaram completamente a forma como viver e como construir uma edificação, segundo Granja (2015), essas mudanças trouxeram grandes melhorias e benefícios, gerando sustentabilidade e melhores resultados na engenharia civil.

3. CONCLUSÃO

O trabalho alcançou os objetivos propostos, foi possível compreender as novas tecnologias dentro da engenharia civil. A pesquisa respondeu os questionamentos propostos, apontando as principais tecnologias que têm gerado melhores resultados na engenharia civil, e ainda, proporcionou conhecimentos a respeito dos impactos do uso de tecnologias dentro da construção civil. Foi abordado conceitos de tecnologia na engenharia civil, assim com, descrito as principais tecnologias na engenharia civil e suas aplicações evidenciando a importância das inovações e tecnologias dentro do setor da construção civil⁴. Avaliação dos artigos

Referências

BASTOS, Maria Clotilde Pires; FERREIRA, Daniela Vitor. **Metodologia científica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

- CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHEL, Regina Coeli. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto.** Encontro de Tecnologia de Informação e comunicação na construção civil, v. 3, 2007.
- DE PAULA SILVA, Alex Sandro et al. **A tecnologia BIM como ferramenta de maximização de resultados.** Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 5, n. 3, 2019.
- FALORCA, Jorge GF; LANZINHA, João. **A utilização de drones como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios.** In: Congresso Construção 2018–Reabilitar e construir de forma sustentável.
- GRANJA, Ariovaldo Denis. **Inovação tecnológica na construção civil.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 6, n. 4, p. 252-254, 2015.
- GUIMARÃES, Marcio Martins; DA SILVA COSTA, Viviane; GONÇALVES, José Roberto Moreira Ribeiro. **Vantagens ambientais do sistema construtivo light steel framing no segmento de construção civil.** Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula, v. 2, n. 1, p. 15, 2019.
- JUNIOR, Ivan Francklin. **Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil.** Ciência et Praxis, v. 1, n. 02, p. 11-16, 2008. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2078>. Acesso em: 15 maio. 2022.
- KIRCH, Fábio et al. **OrçaFÁCIL: software para gerenciamento de orçamentos de estruturas elétricas.** 2018.
- NETO, Romeu Neiva; RUSCHEL, Regina C.; PICCHI, Flávio A. **Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades móveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001: 2008.** RE-EC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 6, n. 1, 2013.
- SANTOS, Adriana de Paula Lacerda et al. A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 1, n. 2, p. 24-42, 2009.
- SILVA, Alexandre Macêdo da et al. **Impressão 3D na Construção Civil.** 201

15

ALVENARIA ESTRUTURAL: AVANÇOS, APLICAÇÃO E PATOLOGIAS

*STRUCTURAL MASONRY: ADVANCES, APPLICATION AND
PATHOLOGIES*

Edjúnior Correa Lima

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

Na Construção Civil existem vários métodos para a realização de uma obra, a contar com as mais altas tecnologias que o mercado oferece na atualidade. O presente trabalho teve como objetivo apresentar o sistema construtivo em alvenaria estrutural que é um dos sistemas mais utilizados no Brasil, e apresentar as manifestações patológicas que podem suceder nesse sistema, bem como as infiltrações e as fissuras, e descrever as técnicas de intervenção para melhorar o desempenho da estrutura, garantindo dessa forma, segurança e uma boa estética para a edificação. A metodologia aplicada neste trabalho consistiu no resultado de pesquisas bibliográficas sobre todo o conjunto da formação da Alvenaria Estrutural para composição do artigo de revisão. E ressaltou a diferença que este sistema construtivo tem, para o método convencional que geralmente é o método mais utilizado pela população. Abrangeu a importância da economia neste meio e os conceitos e definições dos materiais empregados, sobretudo, as utilidades que cada um apresenta em relação ao seu desempenho na estrutura.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural, Aplicação, Patologias, Reabilitação.

Abstract

In Civil Construction there are several methods for carrying out a work, relying on the highest technologies that the market offers today. This work aims to present the constructive system in structural masonry, which is one of the most used systems in Brazil, and to present the pathological manifestations that can occur in this system, as well as infiltrations and cracks, and to describe the intervention techniques to improve the performance of the structure, thus ensuring safety and good aesthetics for the building. The methodology applied in this work consists of the result of bibliographic research on the entire set of Structural Masonry formation for the composition of the review article. And it emphasizes the difference that this constructive system has, for the conventional method that is generally the method most used by the population. Covering the importance of economy in this environment and the concepts and definitions of the materials used, above all, the utilities that each one presents in relation to its performance in the structure.

Keywords: Structural masonry, Application, Pathologies, Rehabilitation.

1. INTRODUÇÃO

Existem vários sistemas construtivos no ramo da construção civil para a execução de uma edificação. O método mais utilizado no Brasil é a alvenaria convencional, porém alguns fatores estão fazendo surgir novas tecnologias construtivas, como por exemplo, o desperdício de materiais, gastos excessivos e tempo de construção. Entre os sistemas que existem, imperam: a alvenaria convencional (vedação), alvenaria estrutural, *steel frame*, *wood frame* e paredes de concreto.

A alvenaria estrutural está entre os sistemas construtivos mais utilizados no Brasil. Nesse sistema, une-se a estrutura e a vedação da edificação, utilizando blocos cerâmicos ou de concreto. O projeto de alvenaria estrutural consiste em projeto muito bem detalhado e já compatibilizados com os projetos elétrico e hidrossanitário, essa integração é uma das grandes vantagens do uso da alvenaria estrutural, economizando tempo de construção e evitando desperdício de material.

No entanto, a alvenaria estrutural obrigatoriamente necessita de uma mão de obra especializada tanto no setor administrativo da obra (projetista), como na execução da obra. Dessa forma, em cada fase mal executada podem surgir eventuais patologias. Algumas patologias como as fissuras são causadas principalmente devido o recalque de fundação, sobrecarga de carregamento, variações térmicas, reações químicas, retração.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o sistema construtivo em alvenaria estrutural e as manifestações patológicas que esse sistema apresenta, bem como as causas dessas falhas e descrever técnicas de intervenção para melhorar o desempenho da estrutura.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Conforme a ABNT (2003) define, artigo de revisão é: “Parte de uma publicação com autoria declarada, que apresenta e discute ideias, métodos, técnicas, processos e resultados nas diversas áreas do conhecimento”. E para a realização da pesquisa, ora proposta, tomou-se como base materiais já elaborados constituído principalmente de livros e artigos científicos com informações técnicas sobre a alvenaria estrutural.

É utilizado esse método com a finalidade de descrever o sistema de alvenaria estrutural, através de um estudo profundo dentro desse sistema, através da consulta em livros, teses, dissertações e artigos científicos, que foram publicados nos últimos anos, e composta pelos principais autores da área, nos quais são: Roberto José Falcão Bauer, Rafael Rambalducci Kerst, Humberto Roman, Sergio Parizoto Filho, Marcio A. Ramalho e Marcio R. S. Corrêa. As palavras-chave utilizadas na busca são: “Alvenaria estrutural”, “Aplicação”, “Patologias” e “reabilitação”.

2.2 Resultados e Discussão

Com base no que escreveu Roman (2007) entende-se que a alvenaria estrutural foi introduzida no Brasil na década de 60 com a construção de alguns edifícios em São Paulo. E propagou-se com a construção dos conjuntos habitacionais na década de 80 e surgi-



mento das fábricas de blocos sílico-calcários e cerâmicos. Na década de 90, aumentou-se o estudo da alvenaria estrutural não armada. Surgiu o processo Poli-Encol, que propôs grande racionalização nas formas de construir. Mesmo já sendo usada há vários anos, só foi reconhecido como método construtivo no século 20, o que impulsionou para uma mão de obra menos qualificada nesse sistema, por ser um sistema prematuro.

Com a criação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) e do selo de qualidade outorgado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), que qualifica e certificam os produtores de blocos estruturais de concreto, as incertezas quanto à segurança estrutural dos blocos foram drasticamente reduzidas, contribuindo para a consolidação do sistema no Brasil (COSTA, 2010, p. 45).

Desse modo, uma edificação em alvenaria estrutural tem muitas diferenças frente ao processo das estruturas convencionais de concreto armado, e são essas diferenças que conferem uma atratividade na adoção desse sistema construtivo. O sistema construtivo em alvenaria convencional é constituído por vigas, pilares e lajes de concreto, preenchidos então com blocos cerâmicos para vedação. O peso da construção é distribuído nas vigas, fundações lajes e pilares, assim, as paredes são conhecidas como “não-portantes”. Diferente da construção em alvenaria estrutural, que a alvenaria serve como suporte para a edificação, como ilustra a Figura a 1.

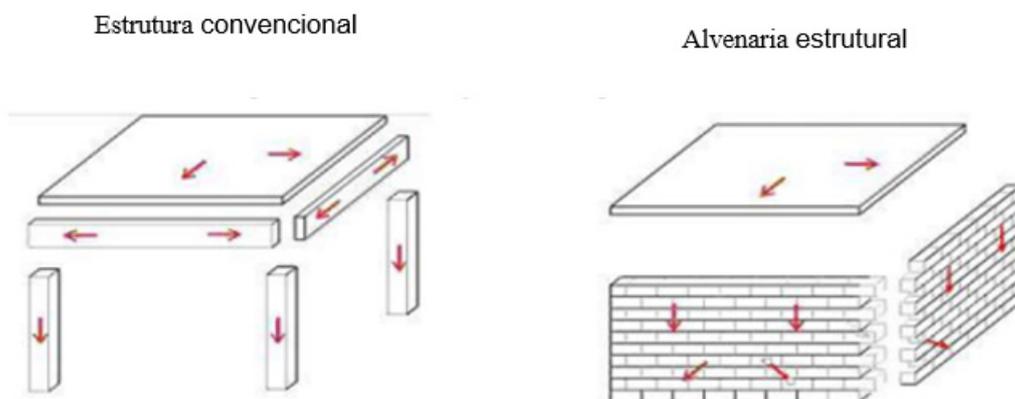


Figura 1 - Solicitações de cargas no sistema convencional e estrutural.

Fonte: Wender (2017)

De acordo com Kalil (2017) a Alvenaria estrutural é o sistema construtivo em que paredes possuem função de resistir às cargas, substituindo os pilares e vigas como ocorre em construções convencionais, dessa forma, transforma a alvenaria que antes era apenas usada para vedação, na própria estrutura da edificação. O que torna esse sistema mais econômico.

Apesar disso, Soares (2010) comenta que sua diminuição de custos se dá quando o planejamento é feito nos detalhes e rigorosamente executado. A economia deste sistema construtivo depende totalmente de um projeto bem elaborado, pois evitam-se cortes de materiais, reduzem-se as espessuras de revestimento de paredes, reduz-se o uso de formas de madeira. Pela análise do Gráfico 1 confirma-se a redução de custos desta comparação de sistemas construtivos.

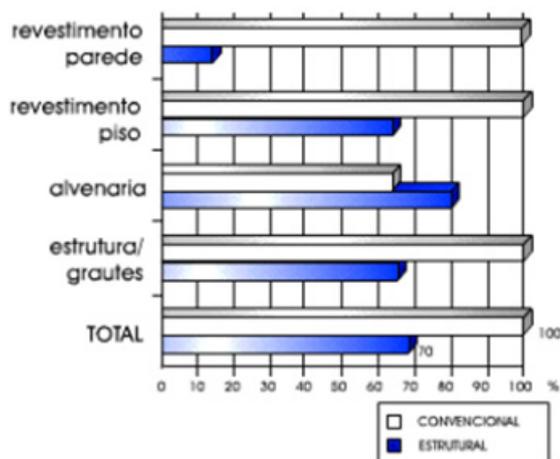


Gráfico 1 - Comparativo de custo total no sistema convencional e estrutural.

Fonte: Bricka (2012)

Essa pesquisa foi realizada no Paraná, pela empresa de sistemas construtivos BRICKA, que fez uma análise comparando os custos orçado com Alvenaria estrutural e convencional, utilizando um prédio de três pavimentos como modelo. Como resultado, a Alvenaria estrutural teve uma diminuição no custo de cerca 30% em relação a convencional. Mesmo tendo um gasto maior nos blocos estruturais, mais esse investimento é compensado nos outros itens, tornando assim mais viável a sua aplicabilidade (BRICKA, 2012, p. 4).

A aplicação desse sistema é pautada no conceito que menciona Ramalho e Corrêa (2003, p.1), “O principal conceito estrutural ligado à utilização da alvenaria estrutural é a transmissão de ações através de tensões de compressão”. A composição da alvenaria dar-se pela união de quatro componentes básicos, que influenciam diretamente na resistência e no comportamento da estrutura, os quais são os blocos de concreto ou cerâmicos, a junta de argamassa, o graute e a armadura, que unidos formarão os painéis da edificação responsáveis por direcionar as solicitações até a fundação (KERST, 2018, p. 42).

Diante disto, Nonato (2013) considera os blocos como os principais responsáveis pela definição das características resistentes da estrutura, os mesmos variam em maciços ou vazados. Maciços são aqueles que possuem um índice de vazios de no máximo 25% da área total, se os vazios forem maiores que esses limite, são considerados vazados. E variam também, quanto à geometria, sendo que esta define as famílias dos blocos, sendo as mais comuns: 15 x 30; 15 x 40; 20 x 40; 12,5 x 40; 12,5 x 25.

As formas mais usuais são: Os blocos inteiros, bloco de amarração, meio bloco, ¼ bloco, 1/8 bloco, meia canaleta, canaleta J. Os blocos do tipo meia canaleta são geralmente usados na execução de vergas, contravergas e cintamentos. Como ilustra a figura 2.

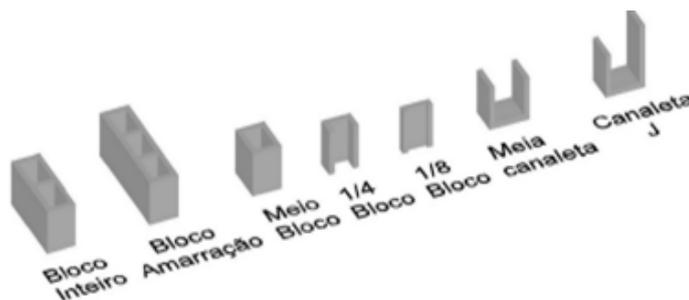


Figura 2 - Principais componentes da alvenaria estrutural

Fonte: Kerst (2018)

Já o bloco canaleta J é muito utilizado na última fiada da alvenaria, dessa forma recebe a laje em sua parede de menor altura para que a concretagem da laje fique alinhada a parede da face externa do bloco, proporcionando melhor acabamento do conjunto. E os demais blocos são usados para ajudar a modulação, permitindo maior variedade de dimensões dos cômodos (KERST, 2018, p. 44).

Um outro componente que faz parte desse sistema é a argamassa, que segundo Nonato (2013) a principal função da argamassa é ser um adesivo que une os blocos, servindo para transferir esforços entre eles e acomodar pequenas deformações do conjunto, o que torna a resistência uma característica secundária.

A argamassa utilizada nesse sistema é a mesma utilizada nas estruturas tradicionais, sendo um resultado de uma mistura homogênea de agregados, aglomerantes e água, ou seja, cimento, areia, cal e água, podendo possuir ainda aditivos ou adições. Essa mistura possui propriedades que fornecem aderência de um bloco sobre o outro, permitindo um apoio uniforme que facilita o assentamento e compensa as variações dimensionais das unidades (KERST, 2018, p. 46).

Dessa forma, Soares (2010) conclui que as argamassas devem manifestar aspectos específicas, estabelecidas pela norma regulamentadora para exercer adequadamente sua função. Esses aspectos são assegurados através do controle das propriedades de dois estados diferentes da argamassa: o estado plástico, onde é necessário uma boa trabalhabilidade, boa capacidade de retenção de água e boa velocidade de endurecimento e o estado endurecido onde os aspectos esperados são boa aderência, boa resiliência, resistência a compressão adequada e baixa retração.

O graute é outro componente necessário para composição da alvenaria estrutural, que segundo Kalil (2017) consiste em um concreto com agregados miúdos e graúdos de pequena dimensão e relativamente fluido, que se faz de suma importância para o preenchimento dos vazios dos blocos. E de acordo com Soares (2010) seus principais objetivos aplicados nos vazados dos blocos são: o primeiro seria proporcionar a integração da armadura com a alvenaria, no caso de alvenaria estrutural armada ou em armaduras apenas de caráter construtivo. O segundo objetivo seria o fato de aumentar a resistência da parede sem a necessidade de aumentar a resistência da unidade.

Em consonância com o graute, usa-se também as armaduras, que surgem na construção civil pela necessidade de ajudar o concreto a resistir às diferentes solicitações, principalmente as de tração, visto que o concreto sem armadura responde bem as solicitações à compressão, mas é pouco resistente a tração. A armadura na alvenaria estrutural tem a função de resistir aos esforços de tração e cisalhamento, aumentando a resistência dos elementos estruturais e evitando o surgimento de fissuras (KERST, 2018).

As barras de aço utilizadas nas construções em alvenaria são as mesmas utilizadas nas estruturas de concreto armado, mas, neste caso, serão sempre envolvidas por graute, para garantir o trabalho conjunto com o restante dos componentes da alvenaria (RAMALHO, 2003, p. 8). E segundo escreveu Soares (2010), também servem para minimizar os efeitos de tensões de tração devido à flexão. É importante ressaltar que o diâmetro deve ser no mínimo 3,8 mm, nunca ultrapassando a metade da espessura da junta.

As alvenarias avançaram e tornaram-se mais leves e flexíveis, e os processos de produção, mais industrializados. No entanto, em paralelo ao desenvolvimento das técnicas de projeto e de execução de obras, surgiram limitações e eventuais falhas nas construções, denominadas manifestações patológicas (OLIVEIRA, 2001). As principais causas das anomalias decorrem principalmente da falta de planejamento e cuidados nas fases de: Projeto, materiais e controle da execução.

Durante a concepção e projeto deve-se tomar os seguintes cuidados: Conhecimento técnico adquiridos com base em experiência racional, visando a adequação e concepção dos projetos de fundação e estrutural, Normalização técnica existente quanto a especificação dos materiais constituintes e procedimentos de execução.

De acordo com Bauer (2006), outro cuidado a ser levado em consideração é o controle da execução do projeto, bem como a utilização de máquinas e ferramentas adequadas, organização do layout da laje, controle de prumo, nível e alinhamento, e também o treinamento da mão de obra. Esse controle proporciona economia, diminuição do desperdício e de anomalias, melhorando sensivelmente a qualidade e conseqüentemente a imagem do sistema construtivo. De acordo com os 5M's da qualidade, conforme mostra figura 3:



Figura 3 - Representação dos 5M's da qualidade

Fonte: Bauer (2006)

Com base no diagrama acima idealizado pelo professor Ishikawa (diagrama de causa e efeito), pode-se avaliar as eventuais anomalias que possam ocorrer, relacionando-as a uma ou mais características da qualidade não-atendidas, de forma a identificar os fatores que as geraram (BAUER, 2006, p. 34).

Queiroz (2014) resume “mão de obra” em apenas uma frase do professor Ishikawa, “A qualidade começa pela educação e acaba na educação. Uma empresa que progride em qualidade é empresa que aprende, que aprende a aprender”. Dessa forma, todo sistema construtivo necessita de mão de obra especializada. O profissional experiente em alvenaria de vedação, facilmente aprende a executar alvenaria estrutural, pois com o treinamento para execução desse sistema o profissional é direcionado a executar cada etapa de maneira correta na prática. De acordo com o estudo de caso elaborado por Guimarães (2018), o qual analisou o processo executivo da alvenaria estrutural, pode-se perceber alguns erros de execução. Onde por exemplo, a prática de umedecer a superfície de assentamento dos blocos com brocha de pintor, alguns minutos antes da aplicação da argamassa, em dias muito quentes, secos e com ventos, nunca foi vista durante todo o período de análise de execução, como descrito na tabela 1.

Atividade avaliada	Nunca	Raramente	Muitas vezes	Quase sempre	Sempre
3.1. Realizar o assentamento verificando o alinhamento, prumo e planicidade	0,00	6,82	31,82	61,36	0,00
3.2. Efetuar os ajustes necessários para dar o alinhamento, nivelamento e prumo de cada bloco até sua posição definitiva	0,00	0,00	11,36	77,27	11,36
3.3. Efetuar o preenchimento e uniformização das juntas	0,00	0,00	4,55	93,18	2,27
3.4. Efetuar a limpeza garantindo a ausência de rebarbas	0,00	0,00	18,18	31,82	50,00
3.5. Assentar cada fiada com o auxílio de fios flexíveis estirados horizontal e paralelamente ao plano da parede.	2,27	4,55	36,36	20,45	36,36
3.6. Aplicar a argamassa em quantidade que corresponda a um tempo de colocação dos blocos inferior ao início da pega ou perda da trabalhabilidade (no máximo 2h30min)	0,00	0,00	0,00	6,82	93,18
3.7. Aplicar a argamassa para formação da junta horizontal e vertical (somente nas paredes longitudinais ou nas paredes longitudinais e transversais do bloco, conforme especificado no projeto.)	0,00	36,36	31,82	20,45	11,36
3.8. Assentar de forma que as juntas verticais e horizontais tenham espessura de 10mm ± 3 mm	0,00	0,00	20,45	79,55	0,00
3.9. Umedecer a superfície de assentamento dos blocos com brocha de pintor, alguns minutos antes da aplicação da argamassa, em dias muito quentes, secos e com ventos.	100	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 1- Distribuição de frequência relativa (%) dos serviços de elevação da obra relacionado a frequência de execução dos funcionários principais.

Fonte: Guimarães (2018).

Esta prática de umedecer a superfície dos blocos tem relação com a característica de absorção de água inicial, que se refere a quanto de água é absorvida pelas capilaridades dos blocos logo após a adição de água. Assim, a falta da aplicação da água na superfície de um bloco pode acarretar absorção rápida da água da argamassa por parte do bloco, o que não permitirá uma completa hidratação do cimento além de potencialmente diminuir a resistência de compressão e a aderência (PARSEKIAN E SOARES, 2010 e ROMAN, 1999). Dessa forma, nota-se que o processo executivo na alvenaria estrutural, se não for bem executado pode trazer muitos problemas para o sistema.

O profissional deve possuir uma boa leitura de projeto, para desenvolvê-lo com eficácia. A falta de conhecimento e experiência dos profissionais dificulta sua aplicação, o que traz patologias e desvantagens para o sistema. Dentre as quais, pode-se destacar: As fissuras, eflorescências e infiltrações de água.

O termo fissura é bastante abrangente e trata do rompimento de algum material provocado por tensões. As eflorescências são depósitos de sais decorrentes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas, consequentemente alterando a aparência superficial do material e podendo ser agressivos ao mesmo. As infiltrações são caracterizadas pela percolação de água através do material, podendo alterar suas características. (ROÇA, 2014, p. 29).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010), destaca as manifestações patológicas das construções referentes às trincas que costumam surgir em paredes de alvenaria são: fissuras, trincas, rachaduras e rupturas. Essas brechas costumam aparecer em forma linear na superfície sólida, quando há um rompimento de sua massa, variando de 0,5mm a 1,5mm de espessura. Ainda na ABNT (2010), notamos que as trincas são constantemente observadas em obras, algumas pouco visíveis e outras que não passam tão despercebidas.

De acordo Magalhães (2006), as fissuras são originadas quando as cargas atuantes excedem a capacidade resistente da estrutura solicitada, suas principais causas são as seguintes: Excessivo carregamento de compressão e recalque de fundação. As fissuras típicas nos cantos das aberturas, é originado pela atuação de sobrecarga, assim como fissuras verticais por excessivo carregamento vertical. Ao ser comprimida a argamassa deforma mais do que os tijolos, tendendo a expandir lateralmente e transmitindo tração lateral aos blocos. Esses esforços laterais de tração são responsáveis pelas fissuras verticais. Um fator a ser levado em conta neste tipo de fissuração é a presença de aberturas de portas, janelas e vãos de ar condicionado nas alvenarias estruturais em cujos vértices ocorrem acentuadas concentrações de tensões e a maneira visual para combater-las é a utilização de vergas e contra vergas.

Outro fator bastante influenciador de problemas que surgem na Alvenaria estrutural são as ações da fundação, que segundo Thomaz (1990, apud OLIVEIRA, 2001, p. 14) o comportamento das fundações afeta diretamente à execução das alvenarias. Problemas como: Recalques diferenciados ocorridos por falhas de projeto, rebaixamento do Lençol Freático, falta de homogeneidade do solo, consolidações diferenciadas de aterros etc. favorecerão para o aparecimento de fissuras inclinadas em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque. Quando muito acentuado, ocorrem esmagamentos localizados, em forma de escamas, dando indícios das tensões de cisalhamento que os provocam.

De acordo com Mohamad (2015), as fissuras causadas por recalques nas fundações são de maneira geral inclinadas e tendem a se localizar próximas do primeiro pavimento; entretanto, em casos mais graves podem ser encontradas também em pavimentos superiores, como mostra figura 4.

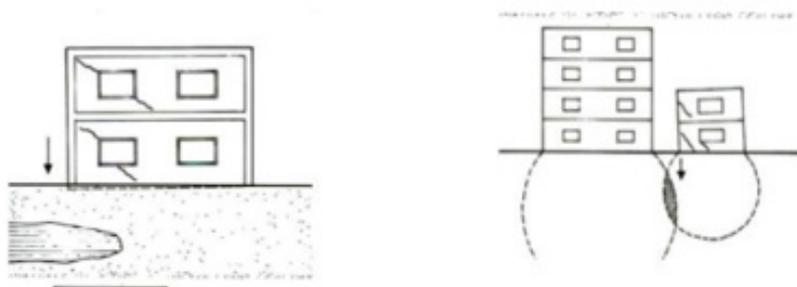


Figura 4 - Fissuras causadas por recalque de fundação.

Fonte: Araújo e Costa (2010).

Mas existem alternativas de intervenção e reforço para as principais patologias em alvenaria estrutural. Segundo Sampaio (2010) o reforço ou reabilitação de uma alvenaria estrutural deve ser feito cautelosamente, realizando-se para isso uma rigorosa análise. Nessa análise deve-se identificar as causas das anomalias e avaliar a segurança estrutural para assim escolher a melhor forma de reabilitação. Na análise inicial é realizado um estudo histórico da edificação visando coletar informações sobre técnicas e fases da construção, materiais utilizados e possíveis formas de utilização do edifício.

Após a identificação da origem do problema, parte-se para as avaliações das consequências da anomalia e da evolução do fenômeno gerador. Chega-se então à conclusão de como e com que elementos será feita a recuperação. Se a questão envolver segurança, isto é, a perda de capacidade portante por solicitação mecânica, um reforço ideal para peças trincadas pode ser o emprego da protensão. Por outro lado, se o problema for relacionado à durabilidade, parte-se para a proteção aos agentes agressivos (DUARTE, 1998 apud OLIVEIRA, 2001, p. 17).

De acordo com Zanzarini (2016, p.44) “A execução da restauração das fissuras em alvenaria estrutural só deve ser executada após as devidas verificações e redução ou eliminação dos agentes causadores da patologia”. Segundo Thomaz (1989), em fissuras causadas por recalques de fundação, por exemplo, sempre há a possibilidade de evolução do movimento e nesse caso nenhum método de reparo do componente será eficiente, além de colocar em risco a estrutura da edificação.

Segundo Oliveira (2001) uma das técnicas para reforço das paredes portantes trincadas, é a introdução de armaduras chumbadas com argamassa rica em cimento e posicionadas perpendicularmente à fissura é uma das técnicas utilizadas. Para fissurações consideradas graves, como causadas por recalques intensos da fundação pode-se recorrer ao atiramento da alvenaria. Ainda descreve Oliveira (2001, p. 21) que “a técnica aqui proposta para o desenvolvimento correspondente a aplicação de revestimentos resistentes em toda parede, não só recuperando a trinca, mas também reforçando a alvenaria como um todo”.

Outro tipo de manifestação patológica muito comum de acordo com Souza (2008) é a presença de eflorescências e infiltração de água nos componentes de alvenaria ou nas juntas de assentamento. Geralmente, as infiltrações causam manchas de umidade, corrosão desenvolvimento de fungos, algas e até eflorescências conforme a figura 5.



Figura 5 - Eflorescência na alvenaria estrutural

Fonte: Correa (2010).

Estas patologias estão relacionadas a fatores como: defeitos ou não execução de detalhes construtivos como pingadeiras e peitoris, geometria das fachadas que permita que o fluxo se dirija a pontos vulneráveis, falta de isolamento térmico e impermeabilização nas lajes, inclinação inadequada nas superfícies horizontais (MOHAMAD, 2015). Já as eflorescências alvenaria estrutural, segundo Bauer:

Eflorescência é decorrente de depósitos salinos, principalmente de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos-terrosos (cálcio e magnésio) na superfície de alvenarias, provenientes da migração de sais solúveis nos materiais e componentes da alvenaria. Elas podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos. Para a ocorrência da eflorescência devem existir, concomitantemente, três condições: existência de teor de sais solúveis nos materiais ou componentes, presença de água e pressão hidrostática necessária para que a solução migre para a superfície. Portanto, para evitar esse fenômeno, deve-se eliminar uma das três condições. (BAUER, 2006, p. 35).

A retirada das eflorescências da superfície da alvenaria só pode ser realizada após a eliminação da causa da infiltração de água (umidade) e secagem do revestimento, sendo então procedida escovação da superfície e, se necessário, reparo de eventual região com pulverulência

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado a conceituação da alvenaria estrutural, juntamente com seus aspectos históricos no Brasil, bem como seus aspectos econômicos e as vantagens e desvantagem que esse sistema possui. Foram citados também, os elementos construtivos desse sistema, e a função de cada um deles na estrutura. Foram ainda discutidas as diferenças entre alvenaria estrutural e a alvenaria convencional, sendo um dos métodos

mais utilizados popularmente. Por fim foram discutidos os aspectos que trazem problemas para as construções feita em alvenaria estrutural, ressaltando a origem e as intervenções necessárias para reabilitação do sistema.

O projeto tinha como objetivo descrever os avanços da alvenaria estrutural, assim como a sua aceitação no Brasil, que passou a ser aplicada a partir do ano 2000. E a sua aplicação se diferencia do sistema convencional, pois no sistema em alvenaria estrutural a própria alvenaria serve como sustento pra edificação, e por isso utiliza-se blocos de concreto na sua composição, bem como o graute, as armaduras e as argamassas, visando a unidade dos seus componentes para garantir a resistência da edificação. Mas, assim como todo sistema construtivo possui, na alvenaria estrutural podem surgir eventuais anomalias decorrentes na maioria das vezes por erros na execução. Dessa forma, o projeto cumpriu de forma satisfatória a temática em questão, pois apresenta não somente a origem desses problemas, mas também a solução para os mesmos.

Com os resultados obtidos na pesquisa, conclui-se que esse sistema tem muito a ser explorado ainda, porque mesmo tendo suas limitações, os seus benefícios concernentes a economia, ao desperdício de material reduzido e mais agilidade na execução do serviço torna o sistema atraente. E sugere-se a elaboração de projetos acadêmicos que visam descrever de forma detalhada o processo construtivo na alvenaria estrutural, do início ao término da obra, utilizando as técnicas corretas, dessa forma facilita a capacitação dos profissionais e a execução do projeto, diminuindo assim os problemas futuros.

Referências

- ANTUNES, E. G. P. **Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina**, 2011. 263 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- ARAUJO, Josemar; COSTA, Paulo. **Alvenaria estrutural e suas anomalias**. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6022. Informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. Disponível em: <https://posticsenasp.ufsc.br/files/2014/04/abntnbr6022.pdf>. Acesso em: Agosto de 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 Impermeabiliza - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/40175825/NORMA_BRASILEIRA_ABNT_NBR_9575_Impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o_Sele%C3%A7%C3%A3o_e_projeto. Acesso em: Outubro de 2022.
- BAUER, R. J. F. **Patologias em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. 2006. Revista Prisma: Caderno Técnico Alvenaria Estrutural, São Paulo, v. 5, p. 33–38.
- BAUER, Roberto José Falcão. Caderno técnico da alvenaria estrutural, 2008.
- BRICKA. **Alvenaria Estrutural - Manual de Tecnologia. Guia prático, 2012**. Disponível em: http://www.bricka.com.br/manuais/Alvenaria_Estrutural___Projeto_e_especificao.pdf. Acesso em: Maio de 2022.
- CORRÊA, E. S. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. 2010. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Belém, 2010.
- COSTA, A. O. **Patologia nas edificações do PAR, construídas com alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte**. 2010. 241 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- GUIMARÃES, Vitor de Sousa. **Análise do processo executivo de alvenaria estrutural: Estudo de caso**. Toledo-PR, 2018.
- GRUBLER, Taleson Huppés. **Estudo comparativo entre os métodos construtivos Light Steel Frame, Alvenaria Convencional e Alvenaria Estrutural**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2021.
- KALIL, Sílvia Maria Baptista. **Alvenaria estrutural**. Mescla de Apostila de sala de aula e Trabalho de Conclusão



de Curso de Vinicius Bonacheski, PUCRS, Porto Alegre, 2017. Disponível em: https://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Alvenaria_Estrutural/Alvenaria_1_NOVA_VERSAO.pdf. Acesso em: abril de 2022.

KERST, Rafael Rambalducci. **Projetos e detalhes construtivos de alvenaria estrutural**– Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 216 p.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 177 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) ã Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia / UFRGS, Porto Alegre, 2006.

MOHAMAD, G. (coord.) **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

NONATO, Luiz Fernando Costa. **Alvenaria estrutural descomplicada**-guia prático. 2013. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9K9GSY/2/___cartilha_alvenaria_estrutural___formatado___a5.pdf. Acesso em: Abril de 2022.

OLIVEIRA, F. L. de. **Reabilitação de Paredes de Alvenaria Pela Aplicação de Revestimentos Resistentes de Argamassa Armada**. 2001. 203 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

PARSEKIAN, G; SOARES, M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: Projeto, execução e controle**. São Paulo: O Nome da Rosa Editora Ltda, 2010. 240 p.

QUEIROZ, Fabiano. **ESTUDO COMPARATIVO DE PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE ARGAMASSAS PARA ALVENARIA ESTRUTURAL**. 2014. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S. **Projeto de Edifício de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini Ltda., 2003. 169 p.

ROÇA, Gregorio Berto. **Análise das manifestações patológicas de uma edificação residencial - estudo de caso**. Curitiba, 2014.

ROMAN, H.; FILHO, S. **Manual de alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos**, 2007. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural>. Acesso em: 09 set. 2022.

ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. **Construindo em alvenaria estrutural**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 72 p.

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2010.

SOARES, Sílvia Maria Baptista. **Alvenaria estrutural**. Rio Grande do Sul, 2010.

SOUZA, Marcos Ferreira. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Escola de engenharia da UFMG. Belo horizonte - MG, 2008.

THOMAZ, E; HELENE P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios**, 2000. Boletim técnico Universidade de São Paulo.

THOMAZ, Érico. **Trincas em Edifícios – causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI, 1989.

WENDLER, A. **Comportamento das estruturas em painel – Alvenaria estrutural e Paredes de concreto**. Construliga, 2017.

ZANZARINI, José Carlos. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural** – Estudo de caso. 2016. 82 f. TCC (Curso de Engenharia Civil) – Departamento acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

16

IMPERMEABILIZAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO, IMPORTÂNCIA E MÉTODOS DE EXECUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*WATERPROOFING: CHARACTERIZATION, IMPORTANCE,
AND METHODS OF EXECUTION IN CIVIL CONSTRUCTION*

Quézia Reis Bogéa

Vitor Tanno

Ragenilton da Conceição de Lima

Resumo

A impermeabilização é uma etapa importante para a segurança da edificação e integridade física do usuário, pois os agentes trazidos pela água e poluentes do ar causam danos irreversíveis à estrutura física e prejuízos financeiros difíceis de serem contornados. Os impermeabilizantes são produtos que têm por fim a proteção da superfície a qual foram aplicados. Baseado no alto índice de patologias associadas ao sistema de impermeabilização das construções, o trabalho surge com o objetivo de conscientizar sobre tal etapa, visto que vem sendo relegada a realização deste serviço pela falsa sensação de economia e desinformação, mas o que se vê de fato são surgimento de patologias construtivas que interferem em fatores sociais, ambientais e econômicos. O custo de reparo pode ser quinze vezes maiores do que se fosse executado no andamento da obra. Sendo assim, esse estudo consiste em buscar literatura consolidada acerca do tema escolhido. Apresenta análises dos casos de patologias, sugestão de correção e indicação de métodos para prevenção dos danos.

Palavras-chave: Impermeabilizantes. Conscientizar. Patologias. Projeto.

Abstract

Waterproofing is an important step for the safety of the building and the user's physical integrity, because the agents brought by water and air pollutants cause irreversible damage to the physical structure and financial losses that are difficult to overcome. Waterproofing products are intended to protect the surface to which they have been applied. Based on the high rate of pathologies associated with the waterproofing system of constructions, this work arises with the objective of raising awareness about this step, since the performance of this service has been relegated by the false sense of economy and misinformation, but what is actually seen is the appearance of constructive pathologies that interfere in social, environmental and economic factors. The cost of repair can be fifteen times higher than if it were carried out during the course of the work. Thus, this study consists of a search for consolidated literature on the chosen theme. It presents analyses of pathology cases, suggestions for correction and indication of methods to prevent damage.

Keywords: Waterproofing. Awareness. Pathologies. Project.

1. INTRODUÇÃO

A salubridade dos ambientes internos e externos sempre foi um grande desafio para a construção de ambientes, nos primórdios da história humana os homens se refugiavam em cavernas para se protegerem da chuva, de animais e do frio. Apesar do acolhimento oferecido, as cavernas também apresentavam muita umidade, assim foi observado que havia infiltrações por capilaridade que atingiam as paredes tornando insalubre viver dentro delas. Nesse sentido, os homens foram aprimorando seus métodos construtivos e isolando suas habitações.

A impermeabilização é tratada de forma intensiva por construtores e empreiteiras como forma de proteção contra agentes agressores à estruturas e a integridade física do usuário, pois os principais fatores de deteriorações e depreciação são os agentes trazidos pelo calor, abrasão, poluentes do ar e água, sendo a principal devido ao poder de ingressão, causando danos irreversíveis à estrutura e prejuízos financeiros difíceis de serem contornados.

Para execução desses serviços, existe diversos tipos de impermeabilizantes, o uso destes vem sendo relegado, por contenção de custos e falta de informação. Desse modo, acarretando o surgimento de patologias nas estruturas. As despesas dos reparos podem ser 15 (quinze) vezes mais caro, segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), do que se fosse executada com a obra em andamento.

Segundo Felizardo (2013), a má aplicação acelera os problemas patológicos e causa deficiências financeiras para o proprietário e ao inquilino de imóveis. Da mesma forma que requerem projetos hidráulicos, elétricos, o projeto para a edificação deve ser executado, em igual relevância.

Com a umidade vindo diretamente do solo, é necessário a proteção desde a base, sendo as vigas baldrame, fundação radier e sapatas, pois é essencial para evitar futuros problemas patológicos para proteger da infiltração da água e manifestações que provocam danos as estruturas.

Siqueira Filho (2005), indaga que o principal conceito que deve considerar é a impermeabilização no ramo da engenharia para proteger a edificação. Em contrapartida, é o sistema construtivo que isola a edificação contra as condições do meio, observando três aspectos fundamentais: durabilidade da edificação, conforto e saúde do usuário e proteção ao meio ambiente.

Esse trabalho tem como objetivo a discursão, análise e conscientização sobre casos de patologias, com sugestão de correções e indicações de como precaver tais ações para proporcionar a segurança necessária para a construção contra infiltração dos líquidos pois se tem uma falsa sensação de poupar gastos com a não utilização dos impermeabilizantes.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Apresentar a caracterização, importância, métodos, execução, pra que serve, como é feita e os tipos da impermeabilização na construção civil.

2.2 Objetivos específicos

- Como funciona o impermeabilizante;
- Apresentar sua função e por que do uso;
- Destacar o processo para a execução;
- Expor os principais sistemas;
- Destacar a importância da impermeabilização para a edificação e os problemas para a falta dele;

3. JUSTIFICATIVA

A impermeabilização é o processo de aplicação de produtos específicos sobre a superfície que estão sujeitas às intempéries climáticas, especialmente à água. O consumidor deve compreender a necessidade de impermeabilizar o imóvel, para não ser logrado pois o objetivo do efeito é selar, vedar ou colmatar materiais porosos e suas falhas.

A infiltração é um processo lento e os sinais aparecem pouco a pouco. Em geral os danos ocorrem suavemente e ocorre a danificação da estrutura. A água infiltrada afeta todo o elemento, como por exemplo o concreto, armadura e alvenaria, dessa forma o ambiente fica insalubre, diminui o tempo útil e a queda do preço do imóvel. Logo, as reformas serão frequentes gerando instabilidade emocional e gastos extras ao requerente. Por conta disso, deve-se contratar profissionais especializados e comprometidos para prever com antecedência que a estrutura tenha durabilidade reduzida e os produtos devem ser de excelente qualidade.

Com os impermeabilizantes, a construção fica mais resistente às variações de temperatura e é mais barato impermear do que ter que fazer a manutenção da edificação de tempos em tempos. A falta do processo ainda pode causar: Danos à construção, à estrutura, à saúde dos usuários, aos bens internos do imóvel, grandes gastos nos reparos totais.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Metodologia

Com o intuito de analisar, este estudo se deu, graças ao atual cenário da construção civil no Brasil, como em muitas vezes, a falta de projetos e a observação dos vários erros de execução desses sistemas de impermeabilização no canteiro de obras.

Assim, em primeiro lugar, propôs-se definir os diversos tipos da importância, a caracterização, os métodos e os sistemas de impermeabilização, sendo iniciado por pesquisas de dados de fabricantes e leitura das normas em vigor para embasamento visando uma familiarização com o tema estudado. E também por consultas a profissionais da engenharia ligados a esse ramo.

Após um maior conhecimento teórico obtido e maior quantidade de conceitos retirados da bibliografia utilizada. Desta maneira, procurou-se englobar os diversos métodos possíveis a serem utilizados. A partir da revisão bibliográfica e da experiência teórica expõem-se as práticas corretas, os cuidados a serem tomadas na escolha dos métodos, materiais a serem utilizados e os pontos importantes para a manutenção do sistema.

Em relação à parte da revisão bibliográfica e do conhecimento teórica, apresentar-se

as práticas apropriadas, os cuidados a serem tomados na escolha dos sistemas, materiais a serem empregados e os principais pontos sobre a importância da manutenção do sistema.

4.2 Resultados e discussão

4.2.1 Sistemas da impermeabilização

Na construção civil o sistema de impermeabilização tem o objetivo da aplicação de produtos específicos, para gerar bloqueio dos locais que possuem porosidade assim será evitado a disseminação da umidade e infiltração, porém, algumas obras optam por deixar de lado a execução dessa fase por falta de conhecimento ou por evitar mais gastos.

Com a falha na aplicação pode ocasionar manifestações patológicas. E os principais erros são pelo traço do concreto ou argamassa, uso inadequado dos agregados com diâmetro não compatível e não aderentes, ou uso inadequado do impermeabilizante.

Segundo Felizardo (2013), a impermeabilização é um processo com a finalidade de envelopar a edificação contra os ataques de partículas líquidas e vaporosas. A exclusão desse procedimento ou falha na execução acarretará prejuízos à edificação, nos aspectos financeiros e estrutural, comprometerá a garantia do prédio e danos à saúde do usuário que vier a utilizar o espaço.

Os problemas relacionados a infiltração da água, é devido à capilaridade dos alicerces que são as subidas ou descida dos fluidos, que percorrem e absorvem nos rodapés até as paredes, podendo atingir diferentes alturas. É necessário a aplicação dos impermeabilizantes, independente do solo, em toda a parte da viga devido à concentração dos líquidos que estão localizados na superfície, que ocasionam as infiltrações. O produto nas vigas baldrames tem a finalidade de proteger a fundação, alvenaria e os revestimentos, em combate com a umidade.

4.2.2 Projeto de impermeabilização e escolha do produto

Segundo Ischakewitsch (1996), a participação do projetista no projeto da obra deve ser na mesma época em que o arquiteto inicia os primeiros estudos. E segundo Antonelli (2002), conclui que a falta do projeto específico de impermeabilização é o responsável por 42% das falhas, sendo sua influência na execução e fiscalização dos serviços pois minimiza as situações das patologias e detectam detalhes para os arremates.

De acordo com a NBR 9575/2010 – Seleção e projetos, a impermeabilização deve ser projetada visando os seguintes fatores: Evitar as passagem do fluido e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade; Proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera; Proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização; Possibilitar sempre que possível acesso a impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas de sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos.

O projeto é constituído por dois tipos, são eles: Projeto Básico e Projeto Executivo (NBR 9575/2003). No projeto básico, tem as soluções que devem ser tomadas de modo a

garantir a durabilidade dos elementos construtivos frente à umidade, vapores e fluidos. E o projeto executivo, é o detalhamento de todos os sistemas a serem empregados na construção.

Para obter uma perfeita execução do projeto de impermeabilização, deve-se trabalhar em perfeito sincronismo com os outros projetos de sistemas auxiliares de obras. Quando melhor forem a análise e solução destas interfaces, melhor será o resultado final do sistema.

Segundo Sabbatini (2006), os principais fatores que devem ser levados em consideração para a escolha do produto são: Pressão Hidrostática; Frequência da umidade; Exposição ao sol; Exposição a cargas; Movimentação da base; Extensão da aplicação.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Impermeabilização, para determinar o tipo de produto a ser utilizado, deve-se levar em consideração tanto as estruturas quanto os ocupantes dos imóveis são vítimas da umidade. Um ambiente úmido e insalubre cheira a mofo e propicia o desenvolvimento de bactérias, condições que ameaçam a saúde dos usuários.

Com a inundação das áreas do subsolo, trazem prejuízos aos condôminos. E para a edificação, as consequências são as desagregações do revestimento, infiltração por capilaridade, eflorescência, corrosão de armaduras, fissuras, manchas, execução incorreta do material, deterioração e saponificação das pinturas e comprometimento da estrutura a longo prazo.

Segundo Schmitt (2002), assegura que os impermeabilizantes referem-se à especificações de diversos itens e o projetista é quem determina caso a caso, individualizando as áreas, levando em consideração a seguinte prescrição: O sistema mais apropriado, dependendo da estrutura; Material mais indicado; Desempenho do produto escolhido; Método construtivo.

O tipo de impermeabilização que necessita ser utilizado em uma edificação deve levar em consideração o local onde será aplicado e qual o problema que acarreta pela umidade nessa área. A partir disso é indicado o produto mais adequado para usar no determinado setor.

4.2.3 Caracterização dos impermeabilizantes

Segundo Cruz (2003), pode-se citar algumas etapas: a primeira, refere-se a ações anteriores como a preparação da regularização e dos caimentos. E a segunda etapa, é o isolamento térmico e a proteção mecânica.

De acordo com a NBR 9575/2003, os sistemas impermeabilizantes são divididos em dois tipos, rígidos e flexíveis. E segundo Pezzolo (2012), tudo que está enterrado no solo é utilizado o impermeabilizante rígido e tudo que está exposto, é usado o flexível.

Tipo de impermeabilizante	Onde Usar?
Impermeabilizantes rígidos	Subsolos Poços de elevador Reservatórios de água enterrados Piscinas enterradas Galerias de barragens Galerias enterradas Silos Moegas Baldrames Muros de arrimo
Impermeabilizantes flexíveis	Terraços Lajes maciças, mistas ou pré-fabricadas Reservatórios de água superiores Piscinas suspensas ou apoiadas Varandas Terraços Espelhos d'água Calhas com grandes dimensões Jardins Floreiras Pisos frios de banheiros, cozinhas e áreas de serviço

Figura 1 – Onde usar os impermeabilizantes

Fonte: GOOGLE, 2022

4.2.4 Teste de estanqueidade

É o procedimento capaz de identificar a vedação e requer atenção para se chegar a um dado que especifica a impermeabilização. É aplicado após a cura de todos os componentes do processo.

Além do controle na execução, deve-se adicionar na área do produto uma camada de água onde permanecerá por 72 horas para dar tempo de percorrer qualquer caminho que seja possível e nesse tempo é verificado se foi aprovado ou não. Caso precise de reparos, deve-se fazer modificações parciais ou integrais na área até que possa adquirir o perfeito estancamento da umidade. Tem que ser realizado em todos os tipos de impermeabilização.

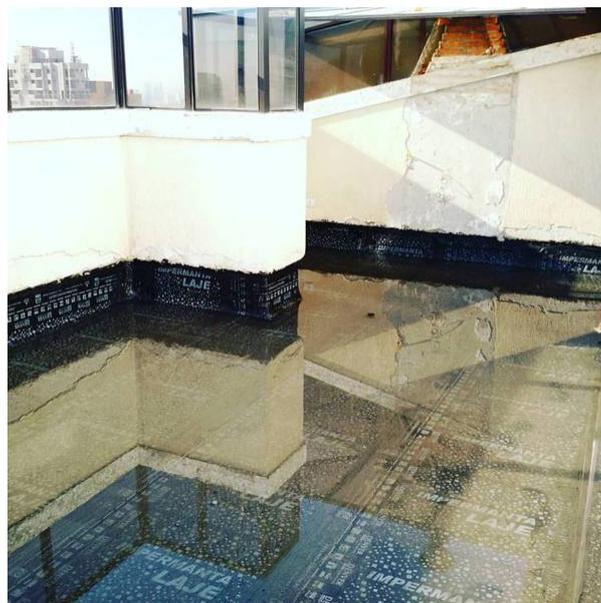


Figura 2 – Teste de estanqueidade

Fonte: GOOGLE, 2022

4.2.5 Manifestação patológica

Sobre as patologias ligadas a umidade nas edificações, é resumida em degradações da estrutura, pintura e estragos no revestimento e com isso, surgem os fungos e as bactérias que proliferam nos ambientes úmidos.

4.2.5.1 Infiltração em armaduras

Segundo a NBR 9575/2010, a infiltração é uma manifestação indesejável de líquidos na construção que é determinada pela umidade. Pois a água age como deteriorante e reduz a vida útil da edificação. Com isso, é necessário tomar cuidados prévios quando as patologias são indícios.

A infiltração nas armaduras pode ocasionar devido à falta de cobertura e contato com elemento que facilitam a ação da umidade.



Figura 3 – Infiltração nas armaduras

Fonte – GOOGLE, 2022

4.2.5.2 Infiltração por capilaridade

É atingido na construção através dos baldrame e fundações. Dessa maneira, a água percorre os poros do solo até chegar na fundação da edificação.

Segundo Polito (2006), o bolor é a existência da parte preta e a mancha cinza ou marrom sobre a superfície da pintura que pode alcançar até 1 metro de altura acima do solo. Podendo gerar danos à saúde das pessoas e gerando problemas na parte do imóvel. E com relação a bolha, é uma complicação que resulta na perda da adesão e conseqüentemente, causará danos as paredes como a infiltração.



Figura 4 – Infiltração por capilaridade

Fonte: GOOGLE, 2022

4.2.5.3 Eflorescência

Ocorre nas paredes e nos chãos com manchas esbranquiçadas. Pode surgir também em materiais como, tijolos e concreto. A causa mais frequente para aparecimento dessa patologia, é a capilaridade que o processo da umidade sobe pelo solo e chegando na pintura do imóvel.



Figura 5 - Eflorescência

Fonte: GOOGLE, 2022

5. CONCLUSÃO

Os produtos que são utilizados têm um ótimo comportamento quando aplicados de forma correta, ou seja, seguindo as recomendações passadas pelo fabricante e de acordo com as normas, prevenindo possíveis manifestações patológicas e futuros gastos que seria necessário para manutenções com correções ou prejuízos que seria gerado devido à umidade na edificação.

Pode-se observar os problemas que podem ser enfrentados com o planejamento, e verificação da impermeabilização pode ser diminuída criando um projeto de impermeabilização adequando a necessidade da obra. Com relação ao projeto, é necessário a mesma atenção que os outros utilizados, devido que, o projeto bem elaborado exige um estudo de compatibilidade e inteiração com os outros projetos existentes.

Em casos em que ocorrem vazamentos nas edificações, seria a falta de experiência de quem aplicou ou falta de projeto para auxílio, pois o usuário final deve exigir que todas as áreas estejam estanques e sem nenhuma manifestação. A finalidade do produto é proteger a edificação, permitindo um aumento de vida útil da construção, de forma que garanta a salubridade dos ambientes e melhorando a qualidade de vida dos usuários.

Conforme citado nesses estudo, fica fundamentado que o profissional da área da construção civil, deve atentar ainda mais para os processos de impermeabilização. Elaborar um bom projeto, avaliar os custos, escolher um produto adequado e o serviço de aplicação apto para executar a atividade, e para isto é de suma importância a execução dos sistemas de impermeabilização nas edificações. Pois a prevenção é a saída para evitar problemas futuras para a obra.

Referências

APOLINÁRIO, M. S. **Danos causados por falhas na impermeabilização da infraestrutura de edificações térreas residenciais privativas unifamiliares com área até oitenta metros quadrados**. 2013, 14 p. Artigo (Pós Graduação em Avaliações e Perícias de Engenharia - IPOG).

ARANTES, Y. K. **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil**. 2007. 67f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

ARAÚJO, M.A.C.S **Materiais impermeabilizantes: Como diminuir perdas**. In: Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização. São Paulo, SP. Set. 1993 p.293-302.

MELLO, L.S.L. **Impermeabilização – Materiais, procedimentos e desempenho**. 2005. 54f. Trabalho de conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005).

NBR 13321 – **Membrana acrílica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

NBR 9574 – **Execução de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008

NBR 9575 – **Impermeabilização, Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

SIQUEIRA FILHO, Firmino Soares. **Sistemas Impermeabilizantes**. Curso de Especialização em Construção Civil. UFMG.ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO. **Impermeabilização sem segredos**. Editora Abril, São Paulo. Mai 2005.

17

A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NA ENGENHARIA CIVIL

*THE APPLICATION OF THE LEAN CONSTRUCTION
METHODOLOGY IN CIVIL ENGINEERING*

Ivan Silva Moreira

Resumo

O seguinte artigo vem a esclarecer sobre os principais benefícios da metodologia *Lean Construction* não só nos canteiros de obras, mas em todo corpo técnico atuante nos empreendimentos de construção civil. Para isso foi feita uma pesquisa bibliográfica fazendo um levantamento das principais literaturas sobre o tema abordado. Os resultados apontam para melhores práticas não só nos canteiros, mas também nos escritórios de engenharia. Além disso, com a aplicação da metodologia Lean pesquisam apontam uma menor taxa de desperdícios nos canteiros, mão de obra ociosa e deslocamentos desnecessários, sempre proporcionando as recursos necessários para o alcance dos objetivos previstos, trazendo assim um conexão entre produção e gestão nos canteiros nas empresas, viabilizando um ciclo de melhoria contínua e excelência trabalhados nas construtoras, vendo o desenvolvimento de um modo global, para assim almejar um grau de excelência e objetivo que todo empreendimento de sucesso galga até a sua conclusão.

Palavras-chave: Desperdícios. *Lean Construction*. Produtividade. Lucratividade. Eficiência.

Abstract

The following article clarifies the main benefits of the Lean Construction methodology not only on construction sites, but on all technical staff working in civil construction projects. For this, a bibliographical research was carried out, making a survey of the main literatures on the topic addressed. The results point to better practices not only on construction sites, but also in engineering offices. In addition, with the application of the Lean methodology, research points to a lower rate of waste in the construction sites, idle labor and unnecessary displacements, always providing the necessary resources to reach the foreseen objectives, thus bringing a connection between production and management in the construction sites in the companies, enabling a cycle of continuous improvement and excellence worked in the construction companies, seeing the development in a global way, in order to aim for a degree of excellence and objective that every successful enterprise climbs to its conclusion.

Keywords: Waste. Lean Construction. Productivity. Profitability. Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O atual trabalho vem relatar sobre a aplicação da metodologia *Lean Construction* na construção civil, e em resumo tem sua principal fundamentação relatada em pesquisa bibliográfica, com o objetivo de apresentar subsídios de sua aplicabilidade.

Na atualidade a *Lean Construction*, ou construção enxuta vem se tornando cada vez mais presente no dia a dia de várias empresas e profissionais na construção civil no mundo todo. Tal filosofia de gestão da produção, direcionada principalmente para construções civis, é relativamente nova, e nasceu com o trabalho do pesquisador finlandês Lauri Koskela em 1992.

No relatório redigido por Koskela, ele desafia os profissionais da construção civil a abdicarem de seus paradigmas de gestão e adequar as metodologias e ferramentas concebidas com o êxito no sistema Toyota de produção (*Lean Production*), assim criando uma nova filosofia de trabalho fundamentadas no fluxo e geração de valor presentes no pensamento enxuto (*Lean Thinking*) na construção civil na qual foi denominada de *Lean Construction* (PANDOLFO et al.,2006).

O *Lean Construction* é uma ferramenta que busca minimizar desperdícios muito frequentes na construção civil e maximizar os processos construtivos, padronizando atividades de execução que afetam diretamente no aspecto físico/financeiro do empreendimento. Desta forma, este projeto de pesquisa realizou uma revisão bibliográfica acerca de como a metodologia *Lean Construction* tem trazido benefício à gestão dos canteiros na construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO.

O *Lean Construction* tem como base o Sistema Toyota de Produção e, baseado nos estudos de Lauri Koskela, buscou-se uma nova filosofia de produção na área da construção, buscando um maior índice de produtividade com processos sequenciados e bem definidos como aponta a história deste modelo:

O Toyotismo surgiu no Japão no início dos anos 70, foi o sistema atualizado do Fordismo criado em 1914 por Henry Ford, que também foi uma atualização do modelo Taylorista de produção. Esse modelo Taylorista é uma maneira organizada do trabalho humano, com a divisão controlada das atividades e tarefas, meios de monitoramento e controle para uma pessoa responsável por seus subordinados e também a desqualificação da força do trabalho por causa da grande divisão entre as tarefas de execução e de concepção (GUEDES et al., 2020, p. 2).

Womack et al. (1992) constituem o processo histórico da indústria desde o artesanato até o *Thinking*. No artesanato, o colaborador possuía mão de obra específica da área de atuação, ocasionando em produtos/serviços unitários, ferramentas simples e versáteis. A produção era solicitada perante o pedido e seus gastos não eram reduzidos com o aumento da demanda solicitada, não havendo um processo padronizado de controle de qualidade. Em seguida surge o Taylorismo, trazendo a divisão entre pensar e fazer (projetar/produzir), ou seja, uma regular divisão por processos, buscando-se a padronização dos serviços prestados e seus custos com foco na pontualidade dos processos produtivos para aumento da



produtividade (LOLLATO, 2006).

O fordismo foi criado por Henry Ford, apareceu como um aprimoramento do modelo taylorista, visando deixar a maneira convencional da produção de carros, ou seja, Henry Ford buscou o desenvolvimento dos processos produtivos, assim tendo uma alta produção de produtos uniformes de melhor qualidade. E apoiou-se em cinco transformações, são elas: criação da linha de montagem, padronização das peças, produção em massa, parcelamento das tarefas, automatização das fábricas (GUEDES *et al.*, 2020).

Koskela (1992) toma como ponto de partida os conceitos de Just-in-Time, que traz a ideia do controle da produção de acordo com a demanda, evitando estoques e desperdícios financeiros; e de Controle de Qualidade Total, que visa a verificação de matéria-prima por meio da estatística a fim de obter maior controle do processo e entregar qualidade a todos os envolvidos. Uma das suas principais nomenclaturas que ficou reconhecida no âmbito acadêmico e profissional é a “produção enxuta” apresentada por Wormack *et al* (1992) em seu livro “A Máquina que Mudou o Mundo” no qual a definição pode ajudar o entendimento do conjunto de conceitos e princípios relacionados ao novo paradigma (FORMOSO, 2001).

Segundo WORMACK (1992 apud FORMOSO, 2001, pg.4) diz que a produção enxuta é enxuta por utilizar por menores quantidades de tudo em comparação em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade de horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

“Um dos principais empenhos da produção enxuta é eliminar qualquer tipo de trabalho que seja considerado desnecessário na produção de um bem ou serviço, o qual é denominado por esse motivo, de perda. De maneira semelhante, Antunes Júnior (1999) define perder como qualquer elemento (atividade ou não) que gera custos, mas não adiciona ao produto. Desse modo, qualquer forma de melhoria existente no ambiente produtivo deve ser direcionada na identificação dessas perdas, através da análise das causas que produzem desperdício e da realização de ações para reduzir ou eliminar essas causas” (SERPELL *et al.*, 1996 apud FORMOSO, 2001, p. 4)

Deste modo o Lean Construction é uma filosofia de produção para construção civil, originária dos esforços deste grupo internacional de pesquisadores para aplicar os conceitos, princípios e práticas do novo paradigma de gestão da produção civil. Esses conceitos, princípios e práticas foram inicialmente propostos por Koskela (1992), sendo baseados na discussão do trabalho de diversos pesquisadores da área de gerenciamento da produção e da construção civil (FORMOSO, 2001).

Pode-se dizer que a aplicação da metodologia *Lean Construction* nos empreendimentos de hoje em dia está cada vez mais evidente nas construtoras, buscando cada vez mais uma maior eficácia no controle e planejamento da obra, diminuindo tanto os prazos da obra quando seus gastos.

Nos dias atuais a aplicação da metodologia *Lean Construction* vem se tornando cada vez mais indispensável na construção civil devido ao grande aumento nos custos nos processos de execução em empreendimentos empresariais, pois com a aplicação do método

nota-se uma redução significativamente nos processos construtivos que não agregam valor ao consumidor final (BORGES; DUARTE,2017).

Estas aplicações demonstram que as ferramentas da metodologia *Lean Construction* podem ser aplicadas em canteiros de obras, apesar das características específicas da construção. Esta forma de aplicação leva resultados limitados e ocorre, também, em setores manufatureiros mais próximo do ambiente onde o conceito Lean foi desenvolvido. O grande desafio, tanto para pesquisas futuras, quanto para empresas profissionais que busquem a aplicação da prática do *Lean Thinking* no setor da construção sendo a aplicação específica de ferramentas em decorrência (LOLLATO, 2006).

A utilização de processos bem definidos e sistemáticos de planejamento e controle de produção e qualidade trazem facilidade da implementação do princípio *Lean Construction*, a vista que buscam reduzir atividades de movimentação, mão de obra ociosa, espera, e todas as outras atividades que não agregam valor ao desenvolvimento do empreendimento (BERNARDES, 2013).

3. METODOLOGIA

Para realização deste trabalho será realizada uma pesquisa bibliográfica na busca de artigos organizados nos últimos 10 anos, na seguinte plataforma de pesquisa: Google Acadêmico. O período de pesquisa foi selecionado devido aos aprimoramentos da metodologia e seus avanços contínuos até os dias atuais, tornando assim o tema questão de alta relevância na área da construção civil.

Foi realizado a busca por termos “construção civil”, “aplicação da metodologia *Lean Construction*”, presentes no conteúdo dos artigos pesquisados. Os artigos pesquisados tiveram abrangência de várias áreas de conhecimento na construção civil.

A área de aplicação da metodologia *Lean Construction* foi utilizada como critério de exclusão, pois foram analisadas formas de aplicação da mesma fora do âmbito da construção civil.

Com o termo “construção civil” em todos os índices, na base de dados do google acadêmico, a busca resultou em 635.000 textos, fazendo-se a utilização de apenas 2 artigos utilizando critérios de seleção através de índices e citações coerentes com o tema do projeto a ser desenvolvido. Realizando da mesma forma do uni termo anterior, os métodos de seleção de artigos empregados no projeto em desenvolvimento, que resultante da sua pesquisa no google acadêmico teve 10.900 textos, utilizando a aplicação de apenas 2 desses textos.

Ao todo foram 4 artigos, que estão relacionados por títulos, autores, artigo e ano de publicação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a qualidade como um dos fatores indispensáveis para que o produto final seja construído com processos produtivos e construídos de modo bem definidos, a filosofia *lean* prezapela eliminação dos Sete desperdícios:

a) Superprodução: Geralmente ocorre na fabricação em grande volume e com gran-



de taxa, sem movimentação, ocasionando retenção de material prima ou recursos. Ocorrem muitas das vezes pelo longo prazo de entrega tentando estimar uma margem de produção muitas das vezes não atingida, ocasionando o acúmulo de estoque inutilizado.

- b) Excesso de inventário: Onde os materiais são desperdiçados pelo excesso de compras e falta de utilização, trazendo um prejuízo significativo para o empreendimento como um todo, pois quando não se tem um planejamento assertivo para as compras acampando excedendo a quantidade de material prima, reduzindo assim a lucratividade.
- c) Defeitos: São ocasionados muitas vezes pela falta de padronização das tarefas e pela má execução das mesmas. Assim, tendo um planejamento adequado, é possível prevenir defeitos e movimentos desnecessários maximizando os lucros e consequentemente o sucesso do empreendimento.
- d) Desperdícios: Trata-se de todo o tempo de improdutividade por tarefas que podem ser otimizadas como quando o trabalhador se desloca fora da sua linha de produção para coletar algum material da sua linha de produção, desperdiçando assim o seu tempo de produtividade acarretando prejuízo na produção da obra, pois funcionário que não produz é apenas um gasto.
- e) Serviços repetitivos: Atividades que demandam uma sequência lógica podem e devem ser otimizadas e um meio bem eficaz de se fazer tal controle é por meio de checklists, pois só é possível controlar aquilo que você consegue medir.
- f) Espera: Esta etapa está atrelada diretamente com o planejamento, pois nela envolve muito a área de produção, assim interrompendo o fluxo das atividades sequenciais da produção
- g) Transporte: Envolve uma boa logística na área de coleta para execução de determinada atividade no canteiro, por exemplo, hoje em dia temos o método de descarga de tijolos em certo ponto do canteiro, ocasionado assim um deslocamento do ajudante para recolher a matéria prima e levar até a sua área de aplicação, visando otimizar o processo da coleta de tijolos, uma solução prática seria a compra de tijolos em paletes e que sua descarga na obra fosse na sua devida área de aplicação, reduzindo o transporte desnecessário e tendo uma maior produtividade.

No estudo de caso desenvolvido por Castro et al. (2019), é possível notar melhorias no âmbito financeiro do canteiro de obras. Além disso, os processos internos, tanto construtivos quanto administrativos foram otimizados, demonstrando a eficaz aplicabilidade da metodologia Lean.

Apesar de muitas empresas duvidarem dos benefícios da metodologia *Lean*, Silva (2017) em sua pesquisa aponta que, quando bem implementada, esta filosofia corrobora para a significativa redução de custos financeiros, aumentando assim a possibilidade de obter produtos finais de melhor qualidade.

5. CONCLUSÃO

A partir desse artigo foi possível observar a aplicabilidade e os benefícios da metodologia *Lean Construction* nos canteiros de obras, por meio de revisão bibliográfica. Tal metodologia se mostrar cada vez mais presente nos empreendimentos voltados a construção civil, aplicando ferramentas que viabilizam a otimização de processos na execução das

obras.

Ferramentas como checklists para o acompanhamento de atividades sequenciais, auxiliam no controle do planejado x executado. Outro instrumento importante de manuseio na aplicação de argamassa consiste na bomba com mangote posicionado na área de uso, aumentando a produção e reduzindo os desperdícios de matéria prima.

Os benefícios trazidos por tal metodologia vão muito além dos processos construtivos, pois se trata de uma nova forma de se fazer uma gestão de obra eficaz e assertiva, ocasionando em diversos fatores que impactam diretamente no custo do empreendimento. Redução de desperdícios no canteiro, maior produtividade, menor índices de retrabalhos, prazos correspondentes com o cronograma estipulado, sequenciamento bem definidos de atividades, dentre outros, são alguns dos benefícios agregados pela metodologia *Lean Construction*.

Referências

BORGES, RAYSSA; DUARTE, THAYNNAN. **A aplicação do método Lean Construction na construção civil**. 2017. 41 f. Artigo científico (graduação) – Faculdade evangélica de Goianésia, Goianésia, 2017.

CASTRO, GUEDES; TROMBINE. **Aplicação da metodologia Lean Construction: Estudo de caso em uma empresa ao sul de minas**. 2019. 15 f. Artigo científico (graduação) – Centro universitário do sul de minas, 2019.

GUEDES, ELAINE; LOPES, HOSANA; ALMEIDA, SAMUEL EMÍDIO; RAMOS, ANA FLAVIA. **Estudo sobre a filosofia Lean Construction em construtoras de pequeno e médio porte**. 2020. 30 f. Artigo científico – Rede de ensino Doctum, Cataguases, 2020.

LOLLATO, Luiz Eduardo. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0**. 2006. 175 f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MOREIRA, MAURÍCIO. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310 f. Dissertação (Pós-Graduação em engenharia civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.



18

A SALINIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SEU IMPACTO NAS OBRAS

*SALINITY IN CIVIL CONSTRUCTION AND ITS IMPACT ON
WORKS*

Juliana Gama Sousa Vasconcelos

Resumo

Antes de iniciar uma construção vários elementos são fundamentais, como: documentos, projetos, dentre outros, além do orçamento, que, por sua vez deve ser o mais preciso possível. O produto final de uma obra deve ser coeso com a expectativa inicial a fim de evitar surpresas para o contratante, tornando assim, um fator diferencial para as empresas de construção civil. Levando em consideração cada tipo de construção e/ou ambiente a receber tal obra, serão necessários cuidados e medidas construtivas adequadas. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a influência da salinidade do ambiente litoral no processo de construção, demonstrar processos utilizados e entender a forma como definiram os mesmos. Dessa forma, adotou-se a metodologia de revisões bibliográficas, onde foi embasado teoricamente uma consulta constituída de materiais já elaborados que passaram por um devido tratamento analítico de forma que possibilite maior entendimento e esclarecimento sobre a influência da salinidade nas construções civis. A pesquisa foi realizada em plataformas digitais, artigos científicos, arquivos e livros virtuais. Verificou-se a importância do conhecimento da influência da salinidade no custo das construções civis com o fim de evitar futuramente danos estruturais como patologias de modo a evitar gastos extraordinários com manutenção e reparo. Além de permitir segurança para a saúde da edificação e de pessoas que nela estarão presentes.

Palavras-chave: Estruturas. Salinidade. Ambiente. Durabilidade.

Abstract

Before starting a construction, several elements are fundamental, such as: documents, projects, among others, in addition to the budget, which, in turn, must be as accurate as possible. The final product of a work must be consistent with the initial expectation in order to avoid surprises for the contractor, thus making it a differentiating factor for civil construction companies. Taking into account each type of construction and/or environment to receive such work, adequate care and constructive measures will be necessary. The present work aims to present the influence of the salinity of the coastal environment in the construction process, to demonstrate the processes used and to understand the way in which they were defined. Thus, the methodology of bibliographical reviews was adopted, which was theoretically based on a query made up of already prepared materials that underwent due analytical treatment in order to allow greater understanding and clarification on the influence of salinity in civil constructions. The research was carried out on digital platforms, scientific articles, archives and virtual books. It was verified the importance of knowing the influence of salinity on the cost of civil constructions in order to avoid future structural damages such as pathologies in order to avoid extraordinary expenses with maintenance and repair. In addition to allowing safety for the health of the building and people who will be present in it.

Keywords: Structures. Salinity. Environment. Durability.



1. INTRODUÇÃO

O passo fundamental para a realização de qualquer obra é o planejamento, é neste momento que as exigências do cliente e suas necessidades são alinhadas às condições de execução, além da definição de custos e prazos. A partir daí é imprescindível que a obra siga este cronograma até sua entrega. No entanto, algumas vezes os processos não são executados como devem. Portanto, este artigo irá demonstrar as informações fundamentais da execução de um projeto em ambiente litoral de forma adequada.

É necessário ter conhecimento de que dependendo do lugar que vai se iniciar uma obra, cada ambiente conta com uma série de necessidades específicas como, por exemplo: licenciamento ambiental, preparação de terreno, materiais adequados, etapas construtivas elaboradas, mão de obra especializada, locação de máquinas e equipamentos, dentre outros.

Com base nesses pontos, este artigo, contém um estudo aprofundado nos estudos sobre obras em litorais, a fim de entender a garantia de durabilidade das estruturas. O mesmo possui informações sobre como avaliar a qualidade da construção à longo prazo. O que permitiu ter um entendimento sobre a seguinte questão: “qual a influência da agressividade ambiental nas edificações?”. Para responder ao questionamento utilizou-se a metodologia de revisões bibliográficas disponíveis em plataformas digitais, com bases em trabalhos já elaborados sobre o tema.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este é um artigo de revisão que, segundo Martins (2018) tem por sua principal atribuição provar tópicos já originalmente descritos e publicados. Uma espécie de repetição de experiências a fim de testar as conclusões obtidas.

Para esta pesquisa, foram feitas pesquisas em diversas bases de dados, onde as principais foram pesquisas da internet, normas, artigos e livros publicados a fim de compreender e interpretar os resultados anteriormente obtidos por meio de coleta e análise de dados. Os principais autores que embasaram essa pesquisa foram Associação Brasileira de Normas Técnicas, Maryângela Lima, Fernando Forte. O período dos artigos utilizados está dentre os últimos 25 anos. As palavras chaves utilizadas nessa pesquisa são: Estruturas. Salinidade. Ambiente. Durabilidade.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Ambiente marinho

Inicialmente, é necessário entender as definições encontradas dos elementos que compõem esta pesquisa e relacioná-las por meio do resultado de ensaios feitos anteriormente. Como a salinidade que se refere a quantidade de sais dissolvidos (íons) em uma determinada quantidade de água que lhe serve como solvente. Pode ser medida como sólidos totais dissolvidos (TDS) ou sais solúveis totais (TSS) e é expresso em parte por milhão (ppm) (GAIO, 2016).

Para entender os parâmetros de durabilidade das estruturas são analisados, primei-

ramente, o ambiente que as edificações são inseridas, e em seguida os principais aspectos relacionados aos seus constituintes como: cimento, madeira, armaduras, agregados e etc. E por fim, seu comportamento e as condições de sua construção, tempo de cura, por exemplo. Isso ajuda a minimizar impactos como a redução da vida útil das edificações dadas as corretas condições de execução.

Entende-se com base nas diversas pesquisas que o ambiente marinho, é, de longe, o meio ambiente com mais material de estudo, a justificativa para isso se dá por conta da enorme quantidade de agentes de agressividade presentes em sua atmosfera. Estruturas de concreto neste ambiente recebem ataques negativos desses agentes que são distribuídos em três grupos: agentes físicos, agentes químicos e agentes biológicos, em altas velocidades, tendo seu desempenho altamente reduzido em curto espaço de tempo.

Segundo Mehta e Monteiro [16], a água salgada é o principal agente do ambiente marinho que responde pelos processos físicos e químicos de degradação. Todos os elementos presentes na tabela periódica encontram-se na água do mar, cada um em certa proporção conforme a Figura 1 apresenta.

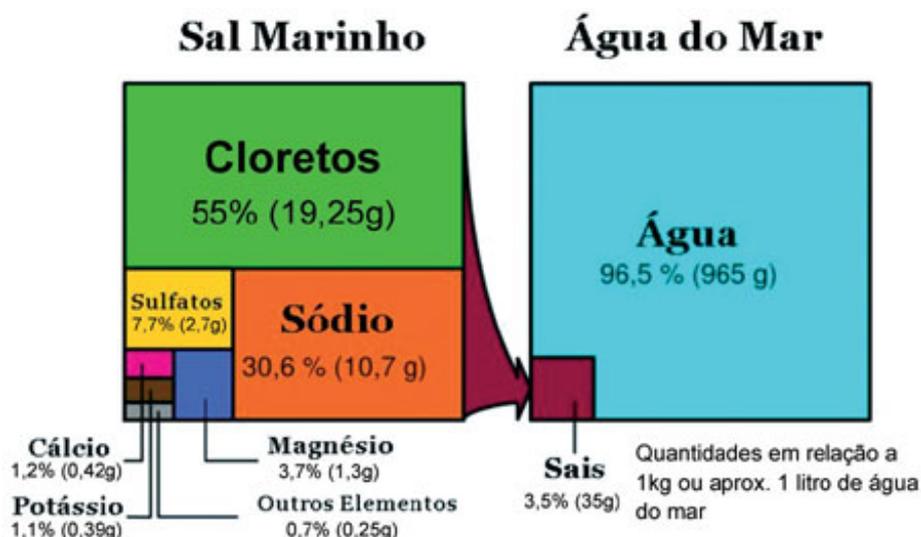


Figura 1. Proporção dos elementos químicos na água do mar.

Fonte: A Química da Água do Mar. (2014).

No caso da Figura 1, temos o exemplo sobre a presença dos elementos da tabela periódica no sal marinho e sua proporção na água do mar, vale ressaltar que os valores estão sujeitos à variação dependendo da localidade, temperatura, clima e presença de atividade biológica.

Para realizar estudos de degradação, é feita a classificação dos climas em que as estruturas estão expostas em microclima, mesoclima e microclima conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação e dimensões dos Climas

CLIMA	Extensão Horizontal	Extensão Vertical
Macroclima (regional)	1 – 200 km	1 m – 100 km
Mesoclima (local)	100 m – 10 km	0,1 m – 1 km
Microclima (superfície)	0,01 m – 100 m	0,01 m – 10 m

Fonte: Maryangela (2006, p. 2)

Tem-se a partir das dimensões da Tabela 1 a noção para proceder as análises dos estudos comportamentais das estruturas, além de indicar uma previsão de vida útil. A precisão dos resultados nos estudos de microclima é menor com relação aos resultados dos estudos de microclima, por conta da área estudada.

2.2.2 Relação com as estruturas

As estruturas sofrem degradação por agentes químicos, que possui duas áreas de ataque, uma age diretamente no concreto por conta da ação dos sais, e outra diretamente nas armaduras devido à presença da alta umidade. Os agentes físicos, como a movimentação das águas e ventos atuam principalmente em estruturas expostas, sob efeitos da maré, ondas, correntes, as estruturas são submetidas à ciclos de molhagem, frio, secagem, aquecimento aumentando assim a fragilidade, tornando-as suscetíveis à fissuras, vale ressaltar que danos físicos são considerados desgaste ou erosão.

Além do transporte das partículas de íons pelo vento, favorecendo a formação de sais e agindo como principal agente dos ciclos de secagem/molhagem os agentes físico-químicos combinados, são favoráveis ao desenvolvimento, alguns deles se firmam nas estruturas causando danos por desgaste ou por produzirem compostos potencialmente agressores.

2.2.3 Agressividade ambiental

Além dos agentes, as fontes de estudos dividem as zonas de ataque por conta da variação de temperatura, umidade, oxigênio e pressão em zona submersa, que é a região definitivamente submersa; zona da variação de marés, que consiste nas área de nível máximo e mínimo que a maré alcança; zonas de respingos, onde a água do mar ainda alcança devido seu movimento e zona de ambiente marinho, que recebe os sais através dos agentes físicos-químicos apesar de não ter contato direto com o mar. Conforme mostra a Figura 2.



Figura 2. Zonas do ambiente marinho

Fonte: Caracterização da agressividade do ambiente marinho às estruturas de concreto. (2004).

Conforme apresentado na Figura 2 a diferença de temperatura e pressão das zonas provoca influência nos níveis de degradação.

E sobre esta influência de temperatura, existe a divisão dos níveis, conforme apresentado na Figura 3.

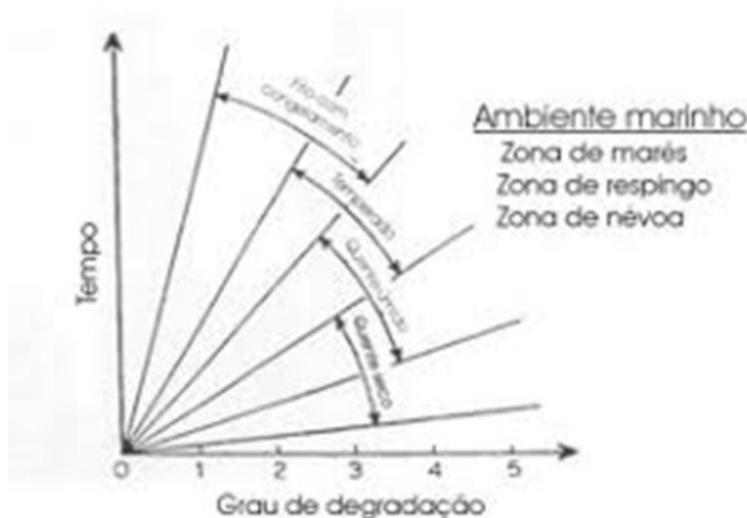


Figura 3. Influência da temperatura nas zonas de marés no desempenho das estruturas em ambiente marinho.

Fonte: Caracterização da agressividade do ambiente marinho às estruturas de concreto. (2004).

Com base no que a Figura 3 apresenta foram definidas as classes de agressividade ambiental.

Segundo a NBR 6118 [16] a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Classe de agressividade ambiental (CAA).

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
		I	Fraca
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c} Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: Classe de agressividade ambiental (CAA). ABNT NBR (2014, p. 16).

A partir da classificação apresentada na Tabela 2, são aplicados parâmetros para a vida útil das construções.

2.2.4 Métodos de inspeção

A ABNT NBR 6118:2014 define no capítulo 7 os critérios para durabilidade exigindo em projeto, aberturas para drenagem e revisão periódicas e designa o cobrimento de armaduras e a classe de concreto a ser utilizado em cada ambiente.

Conforme ABNT NBR 6118:14 “vida útil de projeto, entende-se o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas”.

A fim de garantir a vida útil, métodos foram desenvolvidos, o primeiro, é a inspeção visual, por se tratar do método mais prático. “O simples fato de observar as condições superficiais de uma estrutura de concreto pode fornecer a um profissional experiente, conclusões sobre o estado desta estrutura” (MAZER, 2012).

Além de ensaios não destrutivos que garantem não destruir o objeto de ensaio, para obtenção das propriedades, ensaios de resistividade elétrica são dados pela evolução do processo de evolução das armaduras, consiste na propriedade da estrutura de se opor à passagem de corrente elétrica. Outro método é o do esclerômetro, ensaio regulamentado pela NBR 7584.

As estruturas precisam de inspeções para que sejam realizadas manutenções periódicas, tendo em vista às particularidades do ambiente, o método da inspeção visual é o mais utilizado, porém, do ponto de vista estrutural, não é o mais eficaz, pois se trata de um meio macroscópico, e como já foi estudado, os agentes estão além da visão, possuindo também patologias manifestadas por meios e microrganismos microscópicos.

K.S et al. (2016), depois de realizar estudos comparando a eficácia dos métodos, afirma que, os métodos não destrutivos possuem uma melhor visão do problema se isolados, mas sem conclusões específicas, e afirma também que devem ser utilizados métodos diferentes para garantir conhecimento de todas as manifestações patológicas presentes.

O monitoramento garante que todas as patologias sejam detectadas antes de atingirem estágios avançados, onde a possibilidade de manutenção é mínima e o custo altíssimo devido às condições críticas das estruturas, tornando assim, possível uma manutenção eficaz e econômica

3. CONCLUSÃO

O principal objetivo proposto no presente trabalho era entender se havia influência do ambiente onde a edificação estava inserido na durabilidade na mesma, o que, após relacionar várias fontes, chega-se à conclusão que o ambiente marinho tem influência direta na durabilidade das estruturas por conta de seus agentes.

Tendo isso em vista, também existe o esclarecimento de que essa influência se dá pela natureza dos agentes comprovados pelos autores aqui citados, além de responder o questionamento de qual seria a influência da salinidade na construção, a mesma influência diretamente na saúde da edificação, através dos processos neste trabalho apresentados que foram retirados do resultado de experimentos anteriores.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: concreto endurecido: Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: projeto de estruturas de concreto: procedimento: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

FORTE, Fernando; FERRAZ, R.M. **Construções no litoral requerem mais cuidados jurídicos e na obra do que no interior**. São Paulo, 2011. Acesso em 10 de setembro de 2022.

GAIO, S. **Produção de água potável por dessalinização**: tecnologias, mercado e análise de viabilidade econômica. 2016. Tese de Doutorado. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2007.

LIMA, Maryangela; MORELLI, Fabiano. **Caracterização da agressividade do ambiente marinho às estruturas de concreto**. São José dos Campos, 2004. Disponível em: https://semengo.furg.br/images/2004/07_2004.pdf. Acesso em 10 de setembro de 2022.

MARTINS, Everton. Pesquisa Acadêmica: tudo que você precisa saber. **Blog Mettzer**, 2018, julho. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-academica/>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

MAZER, Wellington. **Inspeção e ensaios em estrutura de concreto**. 2012. Disponível em: http://paginapessoal.utfpr.edu.br/wmazer/especializacao-em-patologia-das-construcoes/Notas_de_Aula_Ensaios.pdf/at_download/file. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

MEHTA, Kumar; MONTEIRO, Paulo. **Concreto**: Microestrutura, propriedades e materiais. Minas Gerais: Nicole Pagan Hasparyk, 2014.



19

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS RECORRENTES NA
CONSTRUÇÃO CIVIL: BREVES CONCEITOS E CAUSAS DE
UMIDADE, TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS**

*RECURRING PATHOLOGIES IN CIVIL CONSTRUCTION:
BRIEF CONCEPTS AND CAUSES OF MOISTURE, CRACKS,
CRACKS AND CRACKS*

Wallewska Adriane Leonado Nunes

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O presente artigo, apresentou as manifestações patológicas mais comuns na engenharia civil, seus conceitos, causas e possíveis soluções, trouxe como foco umidade, trincas, fissuras e rachaduras. As manifestações patológicas têm grande impacto sobre a vida das pessoas seja ela física ou jurídica, apesar de ter havido um crescimento significativo nos aparatos tecnológicos, nas técnicas empregadas no processo construtivo e na qualidade dos materiais de construção (que contam com uma larga escala de opções) ainda é comum observar as constantes e expressivas manifestações patológicas nas edificações. Sendo comum ouvir nos noticiários acidentes decorrentes de patologias que levam até mesmo a perda de vidas. Nesse sentido é preciso levantar questionamentos tais como: será que acidentes com imóveis decorrentes de manifestações patológicas, podem ser evitáveis? Dentro do propósito de buscar resposta a tal questionamento esta pesquisa tratou em identificar e conceituar quatro manifestações patológicas recorrentes na construção civil, objetivando de modo geral compreender suas causas e de modo específico buscou conhecer as quatro manifestações patológicas mais recorrentes assim como suas respectivas causas, além de apontar consequências decorrentes das manifestações patológicas e, por fim, refletir sobre possíveis medidas preventivas e ou corretivas diante da problemática. Para tanto a pesquisa realizada neste artigo foi qualitativa e descritiva, desenvolvida através de uma Revisão de Literatura.

Palavras-chaves: Patologias, Umidade, Trincas, Fissuras, Rachaduras.

Abstract

This article presents the most common pathological manifestations in civil engineering, its concepts, causes and possible solutions, bringing moisture, cracks, cracks and cracks as focus. Pathological manifestations have a great impact on people's lives whether physical or legal, although there has been a significant growth in technological devices, in the techniques employed in the construction process and on the quality of construction materials (which have a large range of options) it is still common to observe the constant and expressive pathological manifestations in buildings. It is common to hear in the news accidents resulting from pathologies that lead to even the loss of life. In this sense, it is necessary to raise questions such as: can accidents with real estate resulting from pathological manifestations be preventable? Within the purpose of seeking an answer to this question, this research aimed to identify and conceptualize 04 (four) recurrent pathological manifestations in civil construction, aiming generally to understand its causes and in a specific way sought to know the 04 (four) more recurrent pathological manifestations as well as their respective causes, besides pointing out consequences resulting from pathological manifestations and, finally, to reflect on possible preventive and/or corrective measures in the face of the problem. For this, the research carried out in this article was qualitative and descriptive, developed through a Literature Review.

Key-words: Pathologies, humidity, cracks, Cracks, Cracks.



1. INTRODUÇÃO

O ser humano é um construto social e essa formação do indivíduo como ser social os levou a aprimorar seus conhecimentos e práticas para além do instinto de sobrevivência. Donde até então os elementos utilizados em suas moradias eram retirados da natureza, sem tratamento, e sem grandes expectativas de durabilidade. Com o advento da revolução industrial e do capitalismo surgem outras necessidades que se tornam mais latentes à medida que esses movimentos expandem, iniciando o aprimoramento e desenvolvimento de técnicas de construção que trazem de maneira mais marcante os estudos sobre os materiais, suas aplicabilidades e durabilidade, dentre outros aspectos, nascendo então a Construção Civil. Dentro desse universo chama-se a atenção para as manifestações patológicas, que na construção civil são defeitos apresentados no decorrer da construção ou ainda adquiridas à medida que o tempo passa, tais manifestações acarretam danos à edificação e em alguns casos danos à vida humana.

Apesar de ter havido um crescimento significativo nos aparatos tecnológicos, nas técnicas empregadas nos processos construtivos e na qualidade dos materiais de construção (que contam com uma larga escala de opções) ainda é comum observar as constantes e expressivas manifestações patológicas nas edificações.

As manifestações patológicas têm grande impacto sobre a vida das pessoas seja ela física ou jurídica, sendo a segurança apenas um dos pontos a serem observados, pois muitas vezes a aquisição de um imóvel perpassa a simples ideia de aquisição de um bem material, simbolizando para muitos a independência financeira e emocional, a realização de um sonho. Porém em decorrências de variados acontecimentos tais como: má execução das obras, mão de obra desqualificada, redução de custos etc. fazem com que as obras sejam executadas com menor coeficiente de qualidade, isso leva a recorrentes manifestações patologias que vão desde paredes trincadas até azulejos desnivelados, podendo acarretar acidentes, inclusive com perda de vidas. Em virtude disto nota-se a necessidade de estudar a problemática em torno do processo patológico, assim como maneiras preventivas e corretivas para diminuir e/ou sanar anomalias advindas desses processos. Propiciando dessa forma a qualidade e durabilidade do imóvel, contribuindo para o bem-estar social.

Na contramão do bem-estar-social é comum ouvir nos noticiários acidentes decorrentes de patologias, que ocorreram como consequência de alguma negligência, falta de planejamento, por falta de estudo do terreno, má execução das obras, mão de obra desqualificada etc. Diante de tantos noticiários trágicos faz -se a seguinte pergunta, será que acidentes com imóveis decorrentes de manifestações patológicas, podem ser evitáveis?

Dentro do propósito de buscar resposta a tal questionamento esta pesquisa tratou em identificar e conceituar 04 (quatro) manifestações patológicas recorrentes na construção civil, a saber: umidade, fissuras, trincas e rachaduras, objetivando de modo geral compreender suas causas e de modo específico buscou conhecer tais manifestações patológicas, assim como suas respectivas causas, além de apontar consequências e por fim refletir sobre possíveis medidas preventivas e ou corretivas diante da problemática.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A pesquisa realizada neste artigo foi qualitativa e descritiva, desenvolvida através de

uma Revisão de Literatura, no qual foi feita consulta a livros, dissertações e artigos científicos selecionados a partir de buscas nas seguintes bases de dados (livros, sites, revistas eletrônicas etc.). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados entre 2012 e 2022. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Manifestações Patológicas. Umidade. Trincas. Fissuras. Rachaduras.

2.2 Resultados e Discussão

Considerando a amplitude, complexidade e recorrência que engloba as manifestações patológicas, priorizou-se o estudo da umidade, trinca, fissuras e rachaduras, sendo que estas últimas por vezes se confundem por suas proximidades.

A priori buscou-se conceituar tais manifestações com o intuito de conhecê-las em sua essência, após essa fase de conhecimento adentrou-se as causas e as consequências decorrentes da sua existência. Dentro desse apanhado fundiu-se a fase de reflexão sobre medidas preventivas que pudessem evitar ou corrigir as manifestações patológicas que são decorrentes de falhas ao longo do processo construtivo. A norma de desempenho ABNT NBR 15575/2013 conceitua a manifestação patológica como sendo uma irregularidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural. Para Sousa (2021) as manifestações patológicas na construção civil são defeitos apresentados no decorrer da construção de uma obra ou ainda adquiridas com o passar do tempo, as quais trazem prejuízos ao desempenho esperado de uma edificação e das suas partes em particular. Uma vez constatado que a manifestação patológica é decorrente de um ato falho, foi possível vislumbrar medidas preventivas e ou corretivas capazes de sanar a problemática, e assegurar a qualidade e durabilidade da edificação evitando que acidentes ocorram. Nesse sentido a NBR 5674/2012 Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção -coloca que:

[...]a manutenção não pode ser feita de modo improvisado e casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico, cuja responsabilidade exige capacitação apurada. Para se atingir maior eficiência na administração de uma edificação ou de um conjunto de edificações, é necessária uma abordagem fundamentada em procedimentos organizados em um sistema de manutenção, segundo uma lógica de controle de custos e maximização da satisfação dos usuários com as condições oferecidas pelas edificações (NBR 5674/2012).

Ao longo dos estudos evidenciou-se a importância de conhecer as especificidades das manifestações patológicas como ponto determinante para a manutenção da edificação. Segundo a NBR 5674/2012 Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção - edificação é produto constituído pelo conjunto de elementos definidos e integrados em conformidade com os princípios e técnicas da Engenharia e da Arquitetura para, ao integrar a urbanização, desempenhar funções ambientais em níveis adequados. Isto posto pode-se aferir o quão importante é o planejamento dos processos construtivos para alcançar uma edificação sadia dentro do que é exigido pelo regulamento

2.2.1 Conceitos, Causas e consequências de Umidade, Fissuras, Trincas e Rachaduras.

2.2.1.1 Umidade

A ação da água sobre as edificações costuma ser muito danosas quando não prevista e não amarradas no projeto, trazendo deficiências ao uso funcional do imóvel, acarretando aos usuários desde pequenos incômodos até prejuízos à saúde. De acordo com Carvalho e Pinto (2020, p. 52-53) “no decorrer do século XX, com o desenvolvimento da construção civil nacional, a umidade passou a ser um tema de grande destaque no contexto acadêmico, dado a grande quantidade de danos causados pela ação da água”. Logo é pertinente elencar que conforme ABNT NBR 15,575/2013 a água é um importante agente condutor de deterioração, logo deve ser ponto de atenção no projeto, não podendo ser desconsiderado a água presente no solo, a água advinda da chuva, a água de uso diário dos moradores, nem mesmo a água utilizada no processo construtivo.

A umidade nas edificações sempre foi uma preocupação presente ao ser humano. Dentro desse contexto (CARVALHO; PINTO, 2018, p. 46) colocam que:

“Todavia, a preocupação com a ação danosa da água sobre elementos construtivos não é uma problemática exclusiva da Idade Contemporânea, visto todas as edificações já erigidas pelo homem ao longo da História terem estado sujeitas à ação de chuvas e/ou de águas subterrâneas, exceto nos casos de construções em condições climáticas mais secas.

A umidade é uma manifestação patológica muito comum nas edificações podendo acometer desde o piso até o teto. “A água é uma das maiores problemáticas dentro do escopo de estudo de Engenharia Civil, visto originar cerca de 80% de todas as patologias construtivas” (CARVALHO; PINTO, 2018, p.1). As deficiências mais habituais na construção civil são resultantes da penetração de água ou por causa da formação de manchas de umidade. (MONTECIELO; EDLER, 2016).

O surgimento da umidade na edificação resulta na impossibilidade de cumprimento das finalidades para os quais a construção fora concebida, necessitando de investigação sobre a origem da deficiência para realização de projeto adequado de intervenção e manutenção, podendo então ser definidas a natureza, as características da manifestação patológica, para assim definir as técnicas e as solicitações dos materiais a serem utilizados, para garantia da manutenção de sua qualidade. Nesse sentido Carvalho e Pinto (2020, p. 53) colocam que a “umidade é tema de constante análise acadêmica, mas é de grande relevância que projetistas da Construção Civil e funcionários no canteiro de obra tenham conhecimento sobre o tema a fim de não projetar ou executar algo fadado a constantes reparações no futuro”.

Segundo Verçoza (1991 apud MONTECIELO; EDLER, 2016), a umidade nas construções pode manifestar-se de diversas formas e tem as seguintes origens: trazidas durante a construção, trazidas por capilaridade, trazidas por chuvas, condensação e resultante de vazamento em redes hidráulicas.

São numerosas as origens da umidade, identificá-las nem sempre é fácil, por vezes pode até ser muito complexo. Dentro desse contexto Bertolini (2013) expõe no quadro 01 algumas origens na busca de especificar a proveniência da umidade.

Origens	Gerada por
Umidade de construção	Água usada para colocação ou a cura dos materiais
Umidade descendente	Contato direto com água pluvial, erros de projetos e até mesmo infiltrações
Umidade por vapor	Condensação da água na superfície da alvenaria ou no interior dos polos capilares
Umidade por elevação	Fenômeno de absorção capilar e produzida pelo contato direto da parte mais baixas da alvenaria com água ou solo úmido.

Quadro 01: Origens da umidade

Fonte: Betolini (2013 *apud* FONSECA; ROCHA 2021, p. 4)

Pode-se observar no quadro 01 as origens da umidade, servindo esta como auxílio na identificação delas.

2.2.1.2 Fissuras, trincas e rachaduras

A princípio o que os diferencia seja milímetro, por muitas vezes se confundem, isso leva à necessidade real de conhecer as particularidades de cada uma para a elaboração de medidas capazes de liquidar a problemática sendo assim, este trabalho considerou a distinção entre elas, conceituando e expondo as especificações que as tornam diferentes

Dentro da linha de estudo de Dias, Amaral e Amarante (2021) e dentro da perspectiva de Watanab (2016), pode-se classificar fissura como sendo uma abertura fina e geralmente longa com espessura de até 0,5 mm, perceptível aos olhos, mas não carregam consigo a sensação de insegurança, representado na figura 1.

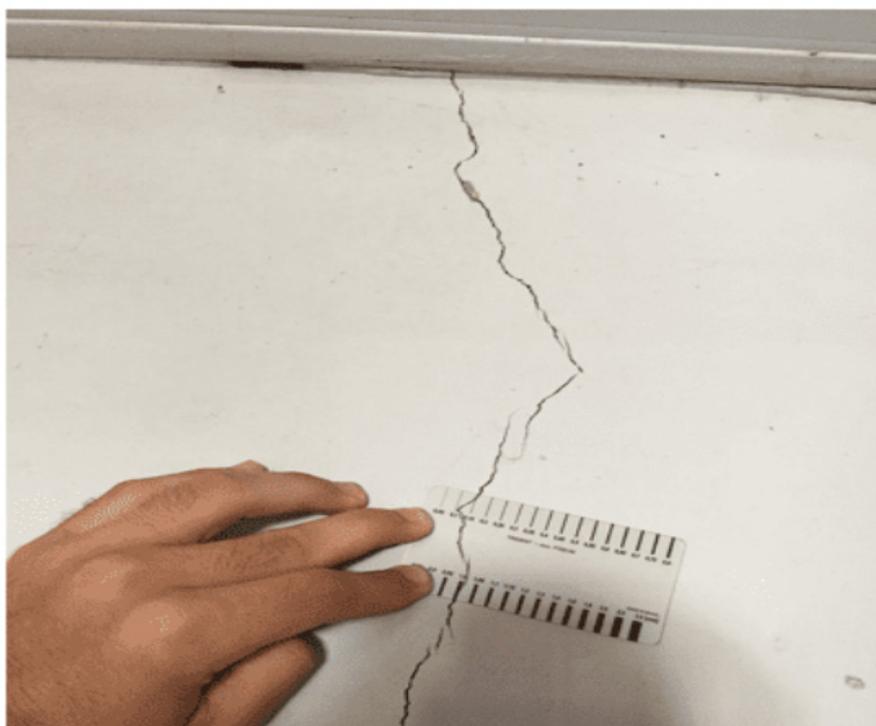


Figura 1- Fissura de parede

Fonte: Lima et al. (2020)

A figura 01 traz uma fissura de parede onde é possível conferir os detalhes de suas características, são como riscos desenhados de maneira trêmula.

Dias, Amaral e Amarante (2021, p. 68-69) dentro de um compilado de dados dos estudos Ernani Magalhães (2004), Renato Sahade (2005) e Mário Taguchi (2010) apresentam algumas causas de fissuras sendo elas: sobrecargas, variações de temperatura, retração e expansão, deformação de elementos da estrutura de concreto armado, recalque de fundações, reações químicas, detalhes construtivos

Dias, Amaral e Amarante (2021, p. 69) colocam ainda que as fissuras podem ser ativas e passivas sendo que as ativas são aquelas que apresentam variações ao longo do tempo, já a passiva não tem essas variações.

As trincas por sua vez são também aberturas, porém com dimensões mais alargadas variando entre 0,5 mm, 1 mm, chegando a 3 mm, donde a sensação de insegurança já é presente por se tratar da ruptura de elementos, assim como podemos perceber na figura 2.

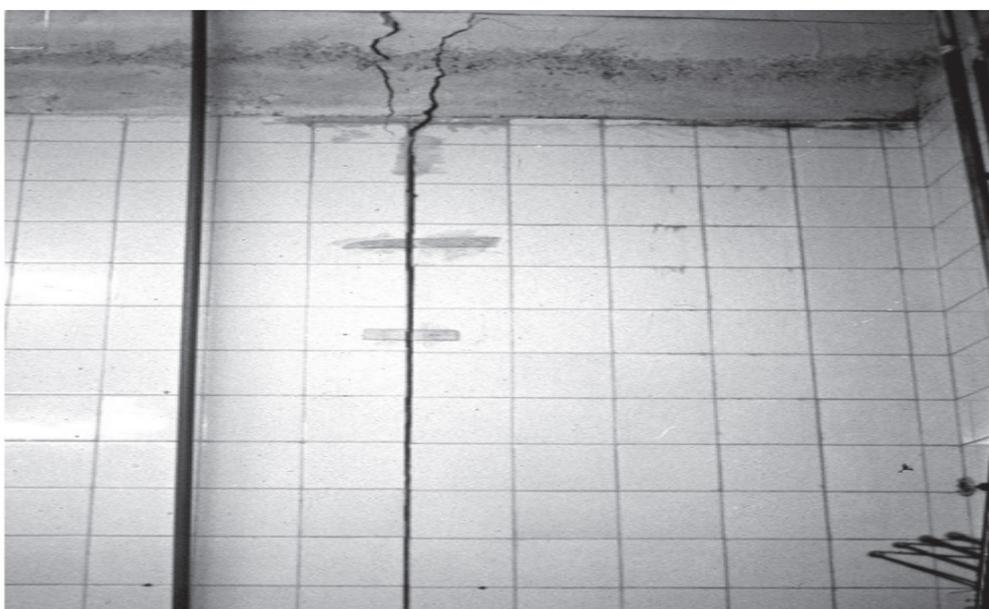


Figura 2- Trinca acentuada em parede

Fonte: Thomaz (2020, p.180)

Ficou perceptível na figura 2 a ruptura de elementos que é característica marcante das trincas. Para Thomaz (2020, p. 12-13) os fenômenos tais como movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade; atuação de sobrecargas; deformabilidade excessiva das estruturas; recalques diferenciados das fundações; retração de produtos à base de ligantes hidráulicos; alterações químicas de materiais de construção são provocadores das trincas

Ainda na perspectiva de estudo de Dias, Amaral e Amarante (2021) e Watanab (2016), as rachaduras são aberturas que apresentam uma dimensão superior aos 3,0mm causando uma clara sensação de insegurança por se tratar de uma abertura onde as partes estão visivelmente apartadas. Podendo ser causada por algum dano estrutural ou excesso de peso. O não tratamento incide em agravamento da rachadura e conseqüentemente apartamento por completo dos elementos, aumentando o risco de danos maiores a estrutura da edificação podendo ocasionar acidentes. Na figura 3 pode-se observar com maior clareza as características da rachadura.



Figura 3- Rachadura

Fonte: Watanabe (2000)

É possível ver na figura 3 o quanto as rachaduras comprometem a estrutura do imóvel, carregando consigo a sessão de perigo e o risco aumentado de acidentes.

Não existe entre os estudiosos um consenso exato de valores que definam precisamente as fissuras, trincas e rachaduras, mas encontra-se proximidades quanto aos valores que as diferenciam. Thomaz (2020, p. 09) coloca que, “fissuras são aquelas com aberturas desde capilares até da ordem de 0,5 mm, trincas com aberturas da ordem de 2 mm ou 3 mm, e rachaduras daí para cima”. Já para Gonçalves (2015), citado por Sousa (2021) diz que as fissuras possuem abertura de até 0,5mm e as trincas de 0,5 mm até 1,0 mm, e que apresentam o mesmo conceito e o mesmo tratamento, se diferenciando na dimensão da abertura.

As causas dessas manifestações patológicas têm um leque de fatores bem vasto, a retração, atuação de sobrecargas, movimentações higroscópicas, movimentações térmicas, alterações químicas, são algumas delas (SOUSA, 2021, p. 06).

Na figura 4 observar os tipos de trincas, fissuras e rachaduras conforme suas características e possíveis localizações. Estando classificadas em: trinca horizontal próximo ao teto, Fissuras em direções aleatórias, trinca no piso, trinca no teto, rachadura inclinada na parede, abaulamento do piso, trincas horizontais próximas do piso, trinca inclinada na borda da cobertura, trinca inclinada no canto da janela e trinca vertical na parede.

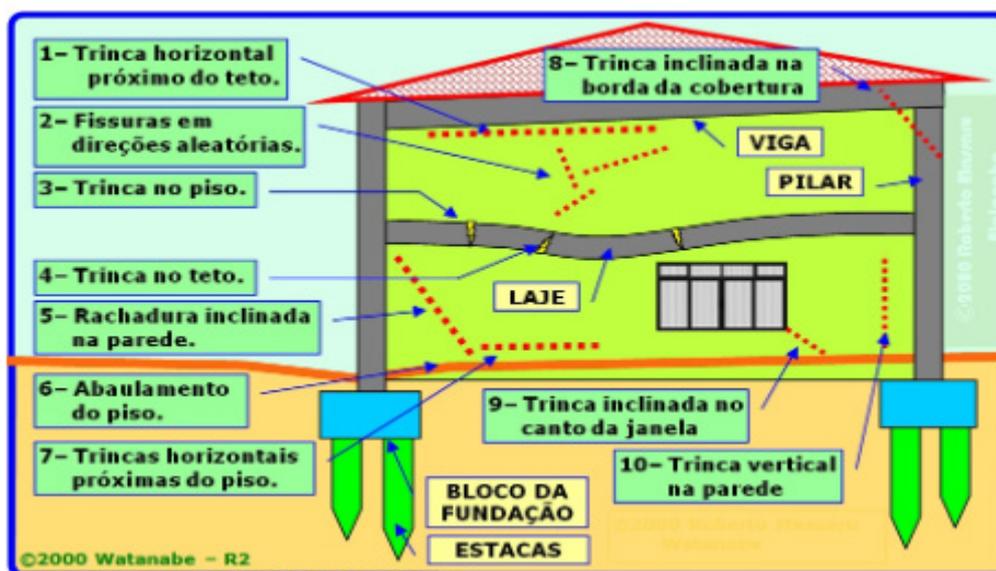


Figura 4- tipos de trincas, fissuras e rachaduras de acordo com a localização

Fonte: Watanabe (2000)

A figura 4 traz um apanhado dos tipos de trincas, fissuras e rachaduras. Conhecer as especificidades das manifestações patológicas e o que as diferem torna-se relevante à medida que são necessárias para determinar a dinâmica do emprego da técnica, do material, do investimento e do tempo que será investido no processo de “cura” da edificação.

O tratamento para as trincas, fissuras e rachaduras dependerá da amplitude, da origem, e da localização das mesmas, pontos que serão aferidos e diagnosticados em inspeção feita por especialista. Segundo a NBR 5674/2012 Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção- Inspeção é a avaliação do estado da edificação e de suas partes constituintes, realizada para orientar as atividades de manutenção. Logo a intervenção sobre a edificação vai depender do resultado da inspeção.

3. CONCLUSÃO

Diante de todo o exposto evidenciou-se a importância de um planejamento bem detalhado e adequado para execução de uma obra sadia, permitindo não só reduzir riscos, mas também prevenir possíveis manifestações patológicas que acompanham a expansão da construção civil, ocasionando por vezes acidentes que podem dentre outros danos levar a perda da vida humana. Percebeu-se ao longo das pesquisas a essencialidade do estudo de caso a caso para identificar as manifestações patológicas, suas causas e possíveis medidas corretivas, evitando que acidentes aconteçam em decorrência delas.

O artigo atingiu parcialmente seus objetivos, trouxe em seu corpo conceitos, causas e consequências, de maneira a vislumbrar possíveis medidas preventivas e ou corretivas diante da problemática. No que se refere ao objetivo geral não foi possível compreender em sua totalidade as causas das quatro manifestações patológicas mais recorrentes na construção civil (umidade, fissuras, trincas e rachaduras), por se tratar de um tema complexo e amplo, logo sugere-se aprofundamento no estudo das causas das manifestações patológicas.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão da manutenção. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- CARVALHO, Y. M.; PINTO, V. G. Umidade em edificações: conhecer para combater. **ForScience: Revista Científica do IFMG**, Formiga, v.6, n.3, jul./dez. 2018.
- CARVALHO, Y. M.; PINTO, V. G. Panorama histórico do combate à umidade na Construção Civil: das paredes de adobe à aurora do Terceiro Milênio. **Revista Themis**, 2020.
- DIAS, A. P., do AMARAL, I., & AMARANTE, M. (2021, dezembro 29). Patologias das Construções. **Revista Pesquisa E Ação**, 7(1), 66-80. Recuperado de <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/930> Acesso 15 de ago.2022
- FONSECA, Adaianny Cristina Rodovalho da; ROCHA, Bruna Borges. **Principais Manifestações Patológicas Causada por Umidade em Residências**: Estudo de Caso. Faculdade Una de Catalão. Trabalho de Conclusão De Curso. 2021. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/98442075/principais-manifestacoes-patologicas-causada-por-umidade-em-residencias-estudo-d>. Acesso em: 13 ago. 2022.
- LIMA, Kennedy Bruno Araújo et al. Fissuras em paredes de concreto em um conjunto residencial, localizado em São José de Ribamar – Maranhão. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 04, Vol. 05, pp. 148-163. Abril de 2020. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/fissuras-em-paredes>. Acesso em:20 de jul. 2022
- MONTECIELO, Janaina; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. **XXI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. 2016. Disponível em:<https://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais2016/xxi%20semin%20a%20interinstitucional%202016%20%20anais/gradua%20a%20trabalho%20completo%20%20anais%20%20sociais%20e%20humanidades/patologias%20ocasionadas%20pela%20umidade%20nas%20edifica%20es.pdf> Acesso em: 05 abr. 2022
- SOUZA, Anderson Lima de. Principais manifestações patológicas encontradas em revestimentos argamassados. **Revista Base Científica** – ISSN:2675-7478, v2, nº1, p.101-125 Dezembro de 2021. Disponível em: <https://revistabase.com.br/2021/12/23/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-revestimentos-argamassados/> Acesso em: 29 de abr. de 2022
- THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação** / Ercio Thomaz. -- 2. ed. rev. e ampl. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2020.
- WATANABE R. M. **Tipos de trincas, fissuras e rachaduras**. Disponível em: www.ebanataw.com.br/trincas .Acesso em:01 de agost.2022

20

PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM FACHADAS
MAIN PATHOLOGIES IN FACADES

Talita Sayara Ribeiro Ferreira

Resumo

O presente artigo tem como objetivo relatar as Principais Patologias em Fachadas, onde as fachadas dos edifícios por sua exposição direta, recebem ações externas, respondendo aos efeitos das intempéries, atuando com as estruturas que as suportam e degradando-se com o tempo, o que pode ocasionar em uma perda de ligação física com a edificação. Logo, estas alterações nestes revestimentos podem prejudicar o desempenho e função básicas como a valorização estética e econômica do edifício, melhoria de estanqueidade e vedação, regularização e acabamento final de fachada. Alterações nas construções são mais conhecidas como patologias. As patologias são modificações estruturais e ou funcionais causadas por doença no organismo, ou seja, tudo que promove a degradação do material ou de suas propriedades físicas ou estruturais o qual esteja sendo solicitado. No diagnóstico das patologias deve se detectar e localizar as manifestações, e identificar em que etapa do processo construtivo teve origem. Por fim, foi constatada a necessidade de um correto diagnóstico da patologia para seguir com um tratamento eficaz. Além disso a manutenção das fachadas é fundamental para desenvolvimento de patologias graves.

Palavras-chave: Fachada. Patologia. Patológicas. Manifestações. Fissura.

Abstract

This article aims to report the Main Pathologies in Facades, where the facades of buildings due to their direct exposure, receive external actions, responding to the effects of the weather, acting with the structures that support them and degrading over time, which can cause a loss of physical connection with the building. Therefore, these changes in these coatings can impair the basic performance and function such as the aesthetic and economic valorization of the building, improvement of watertightness and sealing, regularization and final façade finish. Changes in constructions are better known as pathologies. Pathologies are structural and or functional modifications caused by disease in the body, that is, everything that promotes the degradation of the material or its physical or structural properties that is being requested. In the diagnosis of pathologies, the manifestations should be detected and located, and identify at what stage of the construction process it originated.

Keywords: Facade. Pathology. Pathological. Manifestations. Cleft.

1. INTRODUÇÃO

As fachadas, seja quaisquer as edificações e as manifestações encontradas, exigem cuidados especiais em sua manutenção, isso se deve ao fato de que as mesmas estão sujeitas a todo o tipo de desgastes em funções das condições que se encontraram expostas.

As manifestações patológicas em fachadas podem ter origens nas mais diversas causas e muitas vezes o pouco conhecimento sobre estes problemas resulta em intervenções inadequadas e de pouca solução. Essas manifestações são evidenciadas por alguns sinais que, embora muitas vezes apareçam em alguns componentes, podem ter origem em outros componentes do revestimento.

As fachadas por estarem mais expostas ao meio ambiente e as ações atmosféricas têm uma probabilidade maior de degradação, prejudicando a vida útil da edificação. E entre os casos mais comuns de manifestações de fachadas pode citar: deslocamento de pastilhas, fissuração dos revestimentos, degradação de pinturas, presença de eflorescência, bolor, entre outros.

A fachada é uma das principais apresentações de um imóvel, edificação ou empreendimento. Portanto, é necessário manter qualidade, para assim ter durabilidade e garantia na vida útil e a estética do mesmo.

Segundo a ABNT NBR 15.575/2013, os revestimentos de fachadas são classificados como elementos construtivos de categoria 2, que são duráveis, porém necessitam de manutenção durante a vida útil da edificação.

Estudos apontam que as fachadas tenham durabilidade de 20 anos ou mais, sendo executadas de maneira correta. Portanto, deve-se atentar as principais manifestações patológicas que podem acontecer nas fachadas.

Compreender as principais causas e identificar de maneira adequada em qual fase aconteceu as patologias e suas respectivas origens, tais como: congênicas, construtivas, adquiridas ou acidentais.

Os estudos da construção civil em geral são de grande importância, pois características patológicas identificadas em estados iniciais podem ser resolvidas antes que se proliferem e agravem mais ainda a estrutura. Já a abordagem sobre as principais patologias em fachadas também estão ligadas a preparação da estrutura antes de iniciar as etapas de acabamentos, onde ficam mais expostos e precisam de cuidados para não ocasionar certos problemas como deslocamento, fissuras e eflorescência; podendo assim resultar em insatisfação dos clientes, prejuízos financeiros e até mesmo acidente na região.

Essas patologias podem surgir durante o período de execução da obra, através de baixa qualidade dos materiais, má execução, acondicionamento errado da matéria prima ou adquiridas ao longo do tempo, até mesmo de forma acidental.

A importância de analisar as patologias na fase inicial ou tomar seus respectivos cuidados para que sejam evitados futuros problemas com os habitantes do local e suas proximidades; e assim mantendo a qualidade, segurança e credibilidade diante do serviço executado

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho de conclusão de curso terá como base revisão bibliográfica sobre as principais patologias em fachadas, mostrando as manifestações patológicas mais comuns e frequentes, causas, danos e as respectivas fases em que as patologias podem surgir, desde a execução do projeto ou até mesmo na fase de acabamentos durante a execução final de uma obra. Onde terá como base em pesquisas de livros, artigos científicos e pesquisas nas bases de dados “catálogo de teses capes”, “scielo” e “google acadêmico”. O período dos artigos procurados e estudados foi no intervalo de 20 anos, entre 1999 e 2019. As palavras chaves utilizadas na busca deste trabalho serão: “patologia”, “patológicas”, “fachadas”, “fissura”.

2.1 Resultados e Discussão

Quando se pensa em fachadas, logo vem em mente a questão da estética. Porém, sua função está também diretamente ligada a estabilidade, segurança e evitar infiltrações e rachaduras. No entanto as alvenarias de vedação possuem relevante importância para os edifícios, pois tem a função de dividir e proteger ambientes das intempéries, dentre elas a chuva.

A ocorrência das patologias nas fachadas das edificações são o prenúncio de problemas, também, em seus interiores. Deste modo, os problemas que ocorrem do lado de fora não devem ser vistos apenas como falha na estética da obra, mas sim um aviso prévio de que outras patologias ou acidentes ocorrerão mais cedo ou mais tarde.

Manifestações patológicas de acordo com Campante (2019), situações nas quais, o sistema de revestimento, deixa de apresentar o desempenho esperado, em determinado momento da sua vida útil, ou seja, não cumpre suas funções, deixando de atender as necessidades dos usuários. Uma manifestação patológica acontece com a queda de desempenho precocemente, diante de erros no planejamento, especificação, execução ou mesmo em uso, que podem ou não ser cumulativos.

O processo de conceber e detalhar fachadas normalmente não recebe a devida atenção dos empreendedores, construtores e projetistas; além disso, os projetos de arquitetura, estrutura, alvenaria e esquadrias muitas vezes são desenvolvidos sem a definição do produto final que será aplicado na fachada (MEDEIROS; SABBATINI,1999)

Assim, pode-se afirmar que a falta de consideração de qualquer elemento, mesmo que considerado insignificante, no que diz respeito à qualidade dos materiais, ao projeto e a construção da fachada, afeta certamente, a imagem do edifício e, provavelmente, tornará muito mais difícil sua correção (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

- Materiais: utilização de componentes (cerâmica, juntas, rejuntas, argamassa de assentamento, cimento, cal, areia e suas misturas) em desacordo com as especificações e recomendações da normalização brasileira, ou, quando da sua existência, de normas internacionais e pesquisas já realizadas.
- Projeto: todos os aspectos ligados a concepção da edificação, desde a falta de coordenação entre projetos, escolham de materiais inadequados, até a negligência quanto a aspectos básicos como o posicionamento de juntas de trabalho e telas de reforços (metálicas ou plásticas).

- Produção: envolve o controle de recebimento dos materiais, preparação das misturas, obediência aos prazos mínimos para a liberação dos serviços e principalmente, o acompanhamento da execução de todas as camadas do sistema, sobretudo o assentamento das placas cerâmicas.

Os fatores ligados à operação durante a vida do componente e, fundamentalmente, as atividades de manutenção requeridas para um desempenho adequado do conjunto com um decorrer dos anos como apresenta por Antunes (2010).

Os casos mais frequentes dessas patologias são: quedas de pastilhas e placas cerâmicas; fissuração mais intensa dos revestimentos com aumento de permeabilidade; degradação prematura de pintura; deslocamento das pinturas; formação de eflorescência; deslocamento da argamassa de revestimento da alvenaria.

As patologias em fachadas são classificadas conforme suas origens:

- a) Congênitas: as manifestações patológicas congênitas estão relacionadas a falhas na fase de projeto, onde são definidos os métodos e os materiais a serem utilizados, bem como o projeto da estrutura e o gerenciamento do processo construtivo.
- b) Construtivas: as manifestações patológicas construtivas estão ligadas a fase de execução da obra, podendo ou não está associado à falha do material ou de maneira geral estão associadas ao descumprimento dos procedimentos executivos necessários, e/ou ao despreparo da mão de obra.
- c) Adquiridas: as manifestações patológicas adquiridas acontecem ao longo da vida útil do edifício, é um resultado do meio e podem ser naturais ou decorrentes da ação humana.
- d) Acidentais: “as manifestações patológicas acidentais são caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação invulgar, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal e até mesmo incêndio” de acordo com Mafra (2018). A sua ação provoca esforços de natureza imprevisível, especialmente na camada de base e sobre as juntas, quando não atingem até mesmo as peças, provocando movimentações.
- e) Desplacamento: o deslocamento de revestimento na construção civil é uma das patologias mais comum e mais sérias. Geralmente, podem ser observados quando a adesão entre os elementos do sistema não ocorre como o necessário entre as placas, a argamassa e a parede.

Trata-se de uma patologia crítica, sobretudo, quando se trata de revestimento em fachadas, o que atemoriza a todos, tanto pelo risco de acidentes aos transeuntes, quanto pela desvalorização do empreendimento e pelo comprometimento das funções de proteção e estanqueidade do edifício conforme apresenta por Ribeiro (2019). As causas desse tipo de patologia são, geralmente, a falta de juntas de movimentação e assentamento ou assentamento mal executado.

- Fissuras: “É uma manifestação patológica decorrente de esforços excessivos sobre a alvenaria, fato que resulta em aberturas lineares até a ordem de 0,5 mm de largura, que podem interferir nas suas características estéticas, funcionais ou estruturais” de acordo com Mafra (2018). O surgimento de fissuras pode estar relacionado a diferentes causas, sendo possível que elas tenham origem no próprio revestimento ou na base onde ele foi aplicado.
 - Fissuras com origem no revestimento de argamassa: estas fissuras costumam aparecer na forma de mapa, fissurando grandes áreas das paredes e fachadas,

prejudicando aspectos importantes dos revestimentos, como a estanqueidade, a durabilidade, integridade e aderência a base.

- Fissuras com origem na alvenaria de vedação: uma parcela significativa das fissuras no revestimento ocorre em função da deformação da alvenaria de vedação.
- Eflorescência: causados por reações químicas, eflorescências são manchas de umidade de tom esbranquiçado que se aderem ao revestimento. Ocorrem quando os sais solúveis nos componentes das alvenarias, nas argamassas de emboço, de fixação, de rejuntamento ou nas placas cerâmicas são transportados pela água usada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento (OLIVEIRA, 2019).

Para uma maior durabilidade das fachadas e reduzir as chances de manifestações patológicas, é importante verificar a qualidade nos produtos que serão utilizados na execução como, por exemplo, o selante e a argamassa. A mão de obra qualificada durante a execução também é fundamental; a especificação dos insumos é de grande importância e está diretamente ligada ao projeto e precisa levar em consideração os aspectos de clima, custos e durabilidade.

3. CONCLUSÃO

Este artigo relata as principais patologias manifestadas em fachadas, trata-se de uma revisão bibliográfica, baseada em livros e outros artigos, onde, ressalta-se a importância da identificação precoce das patologias e seus respectivos tratamentos adequados e necessário para evitar danos e gastos maiores.

Ações preventivas também são importantes, como: o uso de material adequado, execução de controle tecnológico adequado, treinamento e conscientização da mão de obra, atenção constante do engenheiro e principalmente as ações corretivas necessárias como soluções para as patologias nas primeiras manifestações.

Portanto, apresenta-se que se houver o tratamento correto das patologias aos primeiros sinais, e realizar as manutenções periódicas, pode-se evitar futuros danos, até mesmo graves acidentes, trazendo mais conforto, qualidade e valorização ao seu imóvel.

Referências

- DE PAULA E SILVA, Adriano; MACHADO, Cristiane. **Patologia das construções**. Minas Gerais, 2019.
- CARVALHO, Isabela. **Patologias em fachadas: análises de casos na Universidade Federal do Pará**. 2014. 178 f. Dissertação submetida ao programa de Pós Graduação em Engenharia Civil- Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.
- OLIVEIRA, Leandro. **Identificação das principais patologias de fachadas em edifícios no município de Alegrete/RS**. 2016. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2016.
- REIS, Giselle. **Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachada em Brasília- sistematização da incidência de casos**. 2010. 199 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Faculdade de tecnologia, Brasília, 2010.

21

DRYWALL COMO ESCOLHA DE MÉTODO CONSTRUTIVO NA ENGENHARIA CIVIL: PRINCIPAIS IMPACTOS DO USO DAS CONSTRUÇÕES

*DRYWALL AS A CONSTRUCTION METHOD CHOICE IN CIVIL
ENGINEERING: MAIN IMPACTS OF USE IN CONSTRUCTIONS*

Igor Gabriel Costa da Costa

Mírian Martins Silva

Sidney de Amorim Ripardo

Evanilson Santos Muniz

Marcos Vinnícius de Lima Sousa

Resumo

Este artigo apresenta um estudo sobre o sistema construtivo *Drywall*, que com o avanço tecnológico das indústrias de construção civil surge a necessidade de sustentabilidade, otimização e redução de custos nas obras de construções civis na qual as indústrias buscam meios tecnológicos de substituir os métodos convencionais de construção civil. O *Drywall* é um sistema construtivo que visa sustentabilidade e atende a estas necessidades, é um sistema muito utilizado no exterior e cada dia que passa vem crescendo aqui no Brasil e ganhando espaço entre os construtores desse país, porém é pouco difundido ainda e sofre certo preconceito na sua utilização pois grande parte dos construtores preferem o uso do método construtivo convencional. Todavia este artigo abordou as composições do sistema construtivo em *Drywall*, apresentou as vantagens e desvantagens em relação ao uso de alvenaria de bloco cerâmico mostrando os impactos e benefícios desse sistema.

Palavras-chave: Drywall, Tecnologia da Construção, Inovação, Sustentabilidade, Sistema de Vedação.

Abstract

This article presents a study on the Drywall constructive system, that with the technological advancement of civil construction industries, there is a need for sustainability, optimization and cost reduction in civil construction works in which industries seek technological means to replace conventional methods of civil construction. Drywall is a construction system that aims at sustainability and meets these needs, it is a system that is widely used abroad and each day that passes is growing here in Brazil and gaining space among builders in that country, however, it is still not widespread and suffers from some prejudice in its use, since most builders prefer to use the conventional construction method. However, this article addressed the compositions of the constructive system in Drywall, presented the advantages and disadvantages in relation to the use of ceramic block masonry, showing the impacts and benefits of this system.

Keywords: Drywall, Construction Technology, Innovation, Sustainability, Sealing System.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil com o passar dos anos vem se modernizando e utilizando inovações tecnológicas em busca de ênfase e eficiência, com o intuito de construções limpas, rápidas e sustentáveis. É de conhecimento que as construções civis podem causar vários impactos ambientais, desde a utilização de recursos naturais e a produção de resíduos não reaproveitáveis.

O uso das inovações tecnológicas do ramo da construção civil vem aumentando cada dia mais afim de otimizar e reduzir custos de uma obra, o ramo habitacional é o de maior segmento na construção civil, é um dos que produzem mais resíduos e que consome maior número de recursos naturais, visando a solução dessa problemática, umas dessa inovações tecnológicas que atendem essa demanda é o sistema construtivo em *Drywall*.

O sistema construtivo em *Drywall* é muito utilizado em países da Europa e nos Estados Unidos, esse sistema contribui ativamente na redução do tempo de execução, de custos de uma obra e otimização de processos.

A placa de gesso acartonado é formada basicamente é formado por chapas feitas de gesso comum, encapadas por cartão duplex, estruturadas por perfis metálicos. Com uma instalação fácil, limpa e rápida, de fácil manutenção, utilizado para vedação interna de residências e edifícios podendo substituir a alvenaria convencional nesse quesito, gerando produtividade e redução na produção de resíduos.

No Brasil essa técnica construtiva tem uma carência de conhecimento sobre esse sistema pois a maioria dos gestores de obras deste país ainda preferem utilizar o método convencional em alvenaria de tijolo cerâmico, ao contrário de países de primeiro mundo onde é muito popular o uso desse sistema.

Contudo este trabalho ressaltou as vantagens e desvantagens da utilização do *Drywall* nas edificações residenciais em relação a alvenaria convencional, a análise do seu processo construtivo e os materiais utilizados para sanar dúvidas e gerar uma melhor compreensão sobre esse sistema.

2. DEFINIÇÃO DE DRYWALL

O *Drywall* define-se por “parede seca”, amplamente utilizado para vedação e forros, consiste em chapas de gesso fixadas em montantes de aço zincado, são aparafusadas nesses perfis de aço. Onde essa estrutura se divide em guias e montantes, qual a guia é fixada no teto e a outra no piso, os montantes são colocados dentro das guias ficando na vertical, resultando em paredes de espessuras menores do que as de alvenaria.

A instalação da técnica *Drywall* é formada por chapas de gesso, que são parafusadas em perfis de aço galvanizado. Suas chapas de gesso são de tamanhos padronizados na largura de 1,20m e sua altura podendo variar de 1,80m a 3,60m com a espessura de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm. Usado como vedação vertical, destaca-se no sistema acústico e na proteção contra incêndio. (NUNES, 2015)

Segundo Stein (1980 apud GOMES; SIMÃO, 2006, p. 432), “*Drywall* refere-se aos componentes de fechamento que são empregados na construção a seco e que tem como principal função a compartimentação e separação de ambientes internos de edifícios [...]”.

A placa de gesso acartonado é uma tecnologia com resistência e uniformidade, com

alta resistência mecânica e acústica, sem função estrutural, é uma construção a seco pois não a necessidade de aplicação de água, por ser um sistema pré-fabricado tem fácil e rápida montagem comparada com a de vedação em alvenaria convencional.

2.1 Processo Construtivo do *Drywall*

De acordo com Junior (2008) para que se inicie a execução de montagem correta deve-se atentar as normas do fabricante, a instalação deve ser feita por mão de obra qualificada, necessário verificar se todos os serviços que envolvam água estejam terminados, estruturas de concreto, alvenaria, revestimentos de argamassa nos ambientes externos e internos e revestimento de gesso, local deve estar protegido contra chuva.

Segundo Taniguti (1999), independente da espessura ou do tipo de chapa de gesso a ser usada, pode-se dividir sua montagem em 6 etapas básicas, a saber:

- a) Localização e fixação das guias;
- b) Cotação dos montantes;
- c) Fechamento da primeira face da divisória;
- d) Fechamento da segunda face da divisória;
- e) Tratamento das juntas;
- f) Acabamento.

É possível encontrar no mercado três tipos de chapas de *Drywall*, todas elas possuem uma finalidade em diferentes aplicações, cada uma tem uma coloração diferente auxiliando na identificação, logo elas podem ser do tipo:

- Branco gelo (ST): são as placas comuns sem adição de componentes na sua fórmula, podendo ser utilizada somente em locais secos tanto em paredes e forros;
- Verde (RU): sua fórmula possui silicone que auxiliam na resistência a umidade, sua aplicação é indicada para áreas como cozinha banheiro e área de serviço;
- Rosa (RF): sua fórmula possui fibra de vidro que auxiliam na resistência ao fogo, sua aplicação é indicada para áreas próximas a fogões, lareiras etc.

A montagem das paredes em *Drywall* exigem atenção nos detalhes normativos. Esses procedimentos indicados são essenciais para o bom desempenho mecânico, acústico e térmico das paredes, embora sejam de rápida e fácil instalação exigem alguns cuidados especiais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL,2006).

Por esse material ter maior leveza comparado ao método de alvenaria convencional, ele oferece uma redução no peso da estrutura de grandes edificações.

De acordo com a Associação brasileira do *Drywall* (2015) o peso do material é inferior, reduzindo ou suprimindo a necessidade de algumas vigas e pilares, diminuindo desta forma a carga atribuída a uma edificação. A parte hidráulica e a elétrica também sofrem alterações em relação a alvenaria comum, se torna evidente sua maior praticidade, evidenciada nos próximos itens junto à sua execução.

2.2 Materiais Utilizados no Sistema *Drywall*

Para melhor compreensão a atual seção aborda os materiais e componentes para a



execução das paredes de gesso acartonado, como ferramentas e equipamentos utilizados na montagem.

2.2.1 Tipos de Chapas de Gesso

2.2.2 Chapas de Uso Comum (*Standard*)

Possuem espessuras adequadas conforme o tipo e a utilização da divisória:

- As chapas de 15,9 mm possuem melhor desempenho estrutural que as de chapas de menor espessura, são mais rígidas e mais difíceis de serem curvadas;
- Chapas de 12,7 mm são as utilizadas aqui no Brasil e em outros países;
- Chapas de 9,5 mm são as utilizadas nos Estados Unidos, quando não há necessidade de reparos na divisória;
- Chapas de 6,4 mm por sua vez são utilizadas para servir de base para revestimento de paredes existentes, essas chapas podem ser curvadas facilmente.

2.2.3 Chapas RF (Resistente ao Fogo)

Essas chapas de gesso liberam água de hidratação do gesso quando elas são submetidas à alta temperatura, dissipando o calor. Porém essa perda de água provoca fissuras na peça ocasionadas pela retração.

Para minimizar esse problema, foi desenvolvida a chapa de gesso resistente ao fogo, que contém fibras não combustíveis na camada de gesso, sendo comum o uso de vermiculitas e fibras de vidro, que ajudam a manter a integridade da chapa, mesmo ocorrendo a perda de água do gesso (NG, 1996).

Nos Estados Unidos são muito utilizadas em garagens em vedações verticais e divisórias que separam dois apartamentos, porém essas chapas possuem maior resistência para ser cortada pois possui dureza maior comparada as outras.

2.2.4 Chapas Resistentes à Umidade (RU)

Recomendadas para áreas úmidas e internas como banheiros, lavanderias e lavabos, na sua fabricação é utilizado a adição de aditivos o que a torna resistente à água onde a superfície dessa placa é coberta por um cartão hidrofugante.

2.3 Componentes de Fixação das Chapas

2.3.1 Perfis Metálicos e Componentes de Madeira

Segundo Taniguti (1999), as paredes de *Drywall* podem ser fixadas sobre componentes de vários materiais, mas geralmente são utilizados perfis metálicos ou de madeira, os componentes de madeira são mais aplicados em países da América do Norte e da Europa.

Os perfis metálicos possuem guia superior, montantes e guia inferior, onde a guia tem função de direcionar a divisória, já o montante fica na vertical servindo de estruturação para a peça, são mais vantajosos na sua utilização do que os componentes de madeira,

pois não sofrem ataques de agentes biológicos, possuem menor peso e a não combustibilidade (TANIGUTI, 1999).

2.3.2 Parafusos

De acordo com a Associação Brasileira do *Drywall* (2006), para a fixação dos componentes dos sistemas de *Drywall* são basicamente utilizados dois tipos de parafusos:

- Para fixação dos perfis metálicos;
- Para fixação das chapas de gesso sobre os perfis;

2.3.3 Materiais para Isolamento Termoacústico

São utilizadas lã de vidro ou lã de rocha:

- Lã de vidro é um ótimo isolante térmico e acústico, feito de fibra de vidro e areia, é o tipo mais utilizado pela facilidade no manuseio, utilizada para edificações comerciais e residenciais
- Lã de Rocha, feita com fibras minerais de rochas vulcânicas, é um material incomustível, isolante térmico e acústico.

2.3.4 Fitas

Utilizadas para encontro das placas de *Drywall* para evitar trincas e fissuras e dar ideia de continuidade das peças.

2.3.5 Massa para Tratamento das Juntas

Existem diversas marcas no mercado de massas para tratamento das juntas entre as chapas de gesso, ela é composta por gesso e aditivos que oferecem plasticidade e trabalhabilidade.

Para a escolha do tipo de massa, deve se conhecer a composição, características, optando pela que melhor atende às condições que a divisória ficará submetida (TANIGUTI, 1999).

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO DOIS SISTEMAS

3.1 Vantagens do *Drywall*

De acordo com (JUNIOR, 2008), o *Drywall* possui inúmeras vantagens, pois tem como a forma de uma construção racionalizada, aumento da produtividade, menos desperdício, viabilidade financeira, benefícios físicos que geram economias indiretas que interferem no custo global da obra.

Sendo as principais vantagens:

- Agilidade e Limpeza na montagem;



- Precisão e qualidade de acabamento;
- Isolamento de ruídos;
- Manutenção e reparos;
- Ganho de área útil;
- Conforto térmico;
- Redução do peso da estrutura;
- Redução na produção de resíduos;
- Facilidade nas instalações prediais
- 3.2 Desvantagens
 - Preconceito por parte dos construtores e clientes;
 - Baixa resistência mecânica;
 - Não pode ser aplicado em áreas externas;
 - Sensibilidade à umidade podendo surgir patologias;
 - Exige mão de obra qualificada.
- 3.3 Principais Vantagens da Alvenaria Convencional
 - Elevada durabilidade;
 - Bom desempenho acústico;
 - Resistência ao fogo;
 - Alta resistência mecânica;
 - Maior aceitação por parte dos construtores;
 - Possui função estrutural;
 - Possui grande resistência à umidade.
- 3.4 Desvantagens
 - Perda de área útil;
 - Demora na execução;
 - Aparecimento de trincas e fissuras;
 - Maior produção de resíduos;
 - Aumento do peso da estrutura;
 - Maior consumo e perda de materiais.

4. DRYWALL X ALVENARIA CONVENCIONAL

De acordo com Rocha (2018), a alvenaria convencional é o sistema mais utilizado na construção civil no Brasil pois é a mais fácil de ser encontrada nas demais regiões do Brasil tendo em vista que no Brasil muitas regiões ainda sofrem com o atraso da chegada dessas tecnologias construtiva.

O sistema *Drywall* é capaz de atender todas as demandas das normas vigentes. Porém, tem como obstáculo a aceitação do mercado brasileiro. Para que o sistema de *Drywall*

seja considerado uma vantagem, é preciso que os profissionais treinados e sejam capacitados para tal. O autor ainda traz que, ao construir uma parede de gesso acartonado, as instalações (elétricas e hidráulicas) devem ser executadas de uma única vez, é necessário um planejamento de obra para que tudo seja adequado, visando atingir os objetivos de produção.

Tendo em vista a busca pelo resultado na melhoria da produtividade e agilidade no canteiro de obras, a metodologia *Drywall* apresenta grandes vantagens comparadas a alvenaria convencional, porém há uma carência de profissionais com mão de obra qualificada no mercado.

O sistema *Drywall* traz benefícios significativos, que viabilizam sua aplicação, o tempo de execução é menor comparado ao de alvenaria, de baixo custo e eficiente, tem baixo consumo de insumos, produção de resíduos é bem menor, esse sistema transmite menos esforços e carregamentos para a estrutura, pois é feito de materiais leves, apresenta melhor isolamento acústico em relação a alvenaria

De acordo com (MARINHO; CAVALCANTE, 2017) na utilização de *Drywall* em uma construção civil necessita de planejamento eficiente visto que sua utilização não permite improvisos pois é uma estrutura que precisa ser montada adequadamente de acordo com as especificações técnicas do projeto, diferente do sistema convencional em alvenaria.

Abaixo será mostrado uma tabela para melhor compreensão, apresentando uma análise sobre as vantagens e desvantagens do *Drywall*.

DRYWALL	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
Ótimo desempenho térmico e acústico	Exige mão de obra qualificada
Resistente ao fogo	Não pode ser aplicado em áreas externas
Redução no desperdício de materiais e de fácil limpeza	Possui Fragilidade
Facilidade na Instalação elétrica, hidráulica e telefônica	Alto custo em reformas
Vedação desmontável, leve, baixo volume de material, reduzindo a carga da estrutura	Grande sensibilidade à umidade podendo gerar patologias quando aplicada em locais com possível ação de água, assim necessitando de uma troca imediata da peça
Otimização de custos e cronogramas	Alta resistência na utilização por parte dos construtores e clientes
Flexibilidade do Layout e aumento na área útil da obra	Baixa resistência mecânica

Segundo Placo (2014), o sistema *Drywall* tem um conjunto de características que impacta positivamente em: aumento da produtividade, otimização de tempo, desempenho acústico e térmico, flexibilidade de layouts, redução de peso, redução de espaços consumidos por paredes e infinitas possibilidades estéticas

4.1 Alvenaria Convencional

A alvenaria é o método construtivo mais utilizado aqui no Brasil, tendo função de vedação e se enquadra também como elemento estrutural, para suportar cargas verticais,

separar ambientes, é um sistema que não necessita de mão de obra qualificada, porém apresenta maior tempo na execução e grande desperdício de materiais.

Em seguida será mostrado uma tabela com as principais vantagens e desvantagens da alvenaria convencional.

SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO	
VANTAGENS	DESVANTAGENS
Função estrutural	Aumento do peso da estrutura
Maior resistência à umidade	Maior geração de resíduos na execução
Maior resistência mecânica e a intempéries	Aparecimento de trincas e fissuras
Melhor aceitação por parte dos construtores	Demora na execução
Desempenho térmico e acústico	Perda de área útil da obra

A presente análise mostra os resultados obtidos através de pesquisas o comparativo entre as vantagens e desvantagens dos dois sistemas, é notório como o *Drywall* mostra se um perspicaz para redução de custos, otimização de tempo, qualidade final de serviço e sustentabilidade.

De acordo com Oliveira (2016), o uso do gesso gera benefícios para a construção civil, promove a redução e alívio no carregamento da fundação das obras, facilita a execução de instalações embutidas como a parte elétrica, melhora o desempenho acústico, proporciona um ambiente mais limpo e estético.

Todavia o *Drywall*, ainda está em crescimento no Brasil, é uma metodologia que ainda é nova em algumas regiões do Brasil onde a Indústria da construção civil é mais atrasada tecnologicamente por conta da barreira cultural e aceitação pela maioria dos gestores de obras e clientes.

A mão de obra qualificada é um dos problemas recorrentes que afetam diretamente na aceitação desse sistema no mercado da construção civil, pois necessita de um profissional qualificado para ser executado de forma correta e ser feita correta instalação das placas, outro problema é a interpretação, por estar relacionado ao gesso, muitos acreditam ser um material frágil e quebradiço.

Segundo Oliveira (2016), para a utilização do sistema *Drywall* deve ser bem projetado e alinhado a execução do projeto arquitetônico para ter maior aproveitamento das qualidades desse material, contudo assim como qualquer utilização de sistema de construção o *Drywall* precisa ser analisado pelo cliente, e planejado pelas construtoras para atender e suprir a necessidade do cliente.

5. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou os comparativos entre os sistemas construtivos em alvenaria e em *Drywall*, para ressaltar e fazer a análise do sistema *Drywall* e desmitificar sua utilização como um sistema frágil e ineficiente para vedações de edificações em comparação ao sistema construtivo em alvenaria de bloco cerâmico.

A utilização do *Drywall* e sua versatilidade mostram resultados significativos e diversas vantagens em relação a alvenaria convencional de bloco cerâmico, por ser um material inovador e atende bem as necessidades, sendo de exclusividade de uso interno, apresenta diversos benefícios por ser um método de construção racionalizada, oferece redução indireta de custos e otimização de tempo na sua execução.

Por tratar-se de um produto relativamente novo no mercado da construção civil aqui no Brasil, sofre com a difícil aceitação na sua utilização por grande parte dos construtores, pois a maioria prefere utilizar o sistema convencional, a difícil aceitação é oriunda por falta de informação e preconceito a inovações na construção civil. Ao contrário do Brasil, no exterior o *Drywall* é amplamente utilizado e reconhecido.

Entretanto o sistema construtivo em *Drywall* necessita de mão de obra qualificada na sua montagem para garantir a eficácia ao longo de sua vida útil, contudo esse sistema se mostra muito promissor, vem ganhando visibilidade e crescimento no mercado da construção civil brasileira. O *Drywall* também é uma ótima opção quando se busca sustentabilidade, todavia que seus componentes podem ser reaproveitados em outras áreas além da construção civil. Contudo essa tecnologia sendo divulgada certamente será utilizada por grande parte dos construtores desse país, pois sua viabilidade econômica e sua versatilidade agregam positivamente ao mercado da construção civil.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL (BRASIL). **MANUAL DE PROJETO DE SISTEMAS DRYWALL**. 1. ed. [S. l.]: PINI, 2006. 86 p.

JUNIOR, José Antonio Morato. **Divisórias de Gesso Acartonado: Sua utilização na construção civil**. 2008. 74 p.- Monografia (Graduação) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.

MARINHO, Gabriel de Fátima Cândido; CAVALCANTE, Isadora Tenório. **SISTEMA CONSTRUTIVO EM DRYWALL: uma alternativa na construção civil**. Orientador: Antonio Everaldo Vioriano de Araújo. 2017. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário CESMAC, Maceió- Alagoas, 2017. Disponível em: <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/384/1/SISTEMA%20CONSTRUTIVO%20EM%20DRYWALL%20UMA%20ALTERNATIVA%20NA%20CONSTRU%20C%87%20C%83O%20CIVIL.pdf>. Acesso em: 19 outubro 2022.

DE LUCA, CARLOS ROBERTO. **A busca pela produtividade na construção civil**. [S. l.], 17 set. 2021. Disponível em: <https://drywall.org.br/blogabdrywall/a-busca-pela-produtividade-na-construcao-civil/>. Acesso em: 16 out. 2022.

NUNES, Heloá Palma. **Estudo da aplicação do Drywall em edificação vertical**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANTOS, Jordana Tavares; RACHID, Ligia Eleodora Francovig. **AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DO DRYWALL APLICADAS AO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. *Revista Théma et Scientia*, [S. l.], ano 2016, v. 6, n. 2, p. 1-22, jul/dez. 2016. Disponível em: <http://www.themaetscientia.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/300/314>. Acesso em: 7 out. 2022.

OLIVEIRA, Franciney Nascimento. **AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO GESSO ACARTONADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Portal Ideia, Manaus, dezembro, 2016.

TANIGUTI, Eliane Kimie. **Método Construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado**. Orientador: Mercia Maria Bottura de Barros. 1999. 293 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14112001-163706/publico/tdefinal.pdf>. Acesso em: 14 outubro 2022

22

AGREGADOS RECICLADOS: UTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CONCRETO

RECYCLED AGGREGATE: USE IN CONCRETE PRODUCTION

Mateus Eduardo Nascimento Barros

Vitor Tanno

Resumo

O crescimento econômico e social de um país está diretamente ligado à efetividade da indústria da construção civil. No Brasil, esse setor é responsável pela expansão das oportunidades de emprego, além de atrair investimentos para o país. Entretanto, as atividades da construção civil resultam em consequências graves para o meio ambiente e, por isso, são consideradas degradantes. Entre os principais impactos ambientais, destacam-se a produção excessiva e descarte inadequado de Resíduos da Construção Civil (RCC's), o que resulta na alteração da paisagem urbana, contaminação de águas, ar e solo, além de contribuir para a proliferação de zoonoses. Com o intuito de reduzir essa problemática, técnicas de reciclagem de RCC's têm sido adotadas em todo o mundo, com destaque para a produção de concreto a partir de agregados reciclados. Diante desse cenário, o presente trabalho possui como principal objetivo a análise da efetividade dos agregados reciclados na produção de concreto. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica qualitativa, realizada através do levantamento de estudos relevantes para a temática. Os resultados mostraram que o concreto produzido a partir de agregados reciclados apresenta menor massa específica e unitária, maior absorção de água e menor trabalhabilidade quando comparado ao concreto com agregado natural, o que resulta na redução da resistência à compressão. Entretanto, apesar dessas diferenças, a utilização do concreto reciclado é viável para diversas atividades da construção civil, desde que os componentes desse material sejam adequadamente dosados durante o processo de reciclagem.

Palavras-chave: Construção civil, Sustentabilidade, Resíduos, Agregado reciclado, Concreto.

Abstract

The economic and social growth of a country is directly linked to the effectiveness of the civil construction industry. In Brazil, this sector is responsible for expanding job opportunities, in addition to attracting investment to the country. However, civil construction activities result in serious consequences for the environment and, therefore, are considered degrading. Among the main environmental impacts, the excessive production and improper disposal of Civil Construction Waste (RCC's) stand out, which results in alteration of the urban landscape, contamination of water, air and soil, in addition to contributing to the proliferation of zoonoses. In order to reduce this problem, RCC's recycling techniques have been adopted all over the world, with emphasis on the production of concrete from recycled aggregates. Given this scenario, the main objective of this work is to analyze the effectiveness of recycled aggregates in the production of concrete. This is qualitative bibliographical research, carried out through the survey of relevant studies for the theme. The results showed that concrete produced from recycled aggregates has lower specific and unitary mass, greater water absorption and lower workability when compared to concrete with natural aggregate, which results in reduced compressive strength. However, despite these differences, the use of recycled concrete is feasible for several civil construction activities, provided that the components of this material are properly dosed during the recycling process.

Keywords: Civil construction, Sustainability, Waste, Recycled aggregate, Concrete.



1. INTRODUÇÃO

A Indústria da construção civil está entre os principais setores responsáveis pela geração de empregos e crescimento da economia brasileira. Entretanto, as atividades exercidas por esse âmbito carregam consigo uma grande problemática: a geração de resíduos (BARROS; FUCALE, 2016).

Estima-se que os Resíduos da Construção Civil (RCC's) correspondem a cerca de 51% a 70% de todos os resíduos urbanos gerados. O acúmulo de RCC's, apesar de apresentar baixa periculosidade, pode favorecer o desenvolvimento de organismos vivos, responsáveis pela proliferação de doenças, além de gerar elevado grau de poluição visual (CARDOSO; GALATTO; GUADAGNIN, 2014).

Além disso, no Brasil, o descarte dos RCC's é normalmente realizado de forma aleatória em aterros clandestinos, terrenos baldios ou nas margens dos rios. Após entrar em contato com a natureza, esse material é responsável por grandes impactos ambientais, como a contaminação das águas superficiais, assoreamento dos rios, degradação da fauna e da flora, dentre outros (GRADIN, COSTA, 2009).

Com o intuito de reduzir esse problema, estudiosos ao redor do mundo têm desenvolvido técnicas de reaproveitamento. Como exemplo disso, é possível destacar a utilização de agregados reciclados na produção de concreto, que, conforme Sokolovic (2013), é o segundo material mais utilizado do mundo, estando atrás somente da água.

Essa técnica é vista como uma alternativa sustentável eficaz, haja vista que permite a redução da exploração dos recursos naturais não-renováveis e dos danos causados ao meio ambiente, além de mitigar os custos referentes ao transporte e manuseio desses materiais (BARROS; FUCALE, 2016).

De acordo com a Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os agregados se enquadram na Classe A, cuja reciclagem se dá através da trituração e peneiração dos resíduos de concreto, alvenarias, argamassas, placas de revestimento, dentre outros materiais (CARDOSO; GALATTO; GUADAGNIN, 2014).

Portanto, este trabalho objetiva debater acerca da utilização de agregados reciclados durante a produção de concreto, levando em consideração os seguintes parâmetros: economia e sustentabilidade. Para isso, foram identificados e analisados as principais vantagens e desvantagens, os custos envolvidos na sua utilização e as propriedades granulométricas desses materiais.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho classifica-se como uma pesquisa bibliográfica, elaborada com base nos materiais científicos publicados nos últimos 21 anos. Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva que, “ocorre quando o pesquisador tem por objetivo descrever as características de certa população ou fenômeno e estabelecer relações entre as variáveis, sem sua manipulação” (OLIVEIRA JÚNIOR, 2017, p. 6).

Inicialmente, foram pesquisados e selecionados os estudos mais relevantes para a construção desta pesquisa através do mecanismo de pesquisa da Google (Google Acadêmico) e da Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO). As palavras-chaves utilizadas

foram: Construção civil, Sustentabilidade, Agregado reciclado e Concreto. Após essa etapa, as pesquisas selecionadas foram devidamente estudadas para que, em seguida, as informações mais relevantes fossem extraídas.

3. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC's)

A indústria da construção civil é responsável pela produção de resíduos sólidos em todas as etapas que compõem uma obra, da escavação às fases de acabamento. Conforme dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Entulhos Especiais (ABRELPE), em 2020 foram coletadas aproximadamente 47 milhões de toneladas de RCC's no Brasil, com destaque para a região Sudeste, responsável por 52% de toda a produção.

Segundo a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), Resíduos da Construção Civil (RCC's) é a denominação dada ao conjunto de resíduos produzidos pelas atividades de construção, reforma, reparo e demolição, típicas da indústria da construção civil. Esses elementos podem ser categorizados nas classes A, B, C e D, conforme a tabela 1.

Classificação	Tipologia
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
Classe C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Tabela 1 – Resolução 307 do CONAMA

Fonte: Adaptado de CONAMA (2002, *online*)

No Brasil, a produção excessiva de RCC's está atrelada à adoção de processos construtivos tradicionais não racionalizados, caracterizados pela utilização de técnicas manuais que não exigem mão de obra qualificada e resultam em retrabalho. Além disso, a falta de detalhamento dos projetos e os erros de gestão durante a compra, transporte, estocagem e utilização dos materiais são fatores que também contribuem para a elevada produção de resíduos (LEITE, 2001).

3.1 Impactos ambientais

O desenvolvimento econômico e social de um país está intrinsecamente relacionado ao crescimento da indústria da construção civil. Entretanto, as atividades de construção e demolição, desenvolvidas por esse setor, são consideradas degradantes, uma vez que re-

sultam em impactos negativos para o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2015).

As atividades desenvolvidas pela construção civil, além de consumir grande quantidade de recursos não-renováveis, também é responsável pela produção excessiva de resíduos, os quais “[...] são geralmente depositados indiscriminadamente em vales, margens de rios, a céu aberto ou em aterros desprovidos de qualquer tratamento específico” (BUTTLER, 2003, p. 15).

Os principais impactos resultantes dessa ação são a contaminação do solo e das águas (lençóis freáticos e rios), redução da qualidade do ar, proliferação de animais vetores de doenças, destruição das matas ciliares, favorecendo o processo de assoreamento dos rios, dentre outras consequências oriundas da disposição irregular dos RCC's. Além disso, essa problemática é responsável por alterações na paisagem urbana, causando poluição visual e desconforto aos moradores (GRADIN, COSTA, 2009).

Na figura 1, é possível observar o descarte inadequado de RCC's em área urbana. A presença de entulhos na via dificulta a circulação de pedestres e veículos, causando insegurança e poluição visual.



Figura 1 – Depósito de Resíduos da Construção Civil em via pública

Fonte: Blog Fim do Lixo (2021)

3.2 Gerenciamento

As estratégias de gerenciamento de RCC's visam a inserção de práticas sustentáveis nas atividades desenvolvidas pela construção civil. Para isso, a Resolução 307 do CONAMA (2002, *online*) determina: “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Conforme Nagalli (2014), os objetivos estabelecidos pelo CONAMA podem ser alcançados através das seguintes estratégias: adoção de métodos construtivos que não necessitem de fôrmas e execução *in loco*, como o uso de estruturas pré-moldadas, otimização

dos processos através da tecnologia, utilização dos materiais em mais de uma atividade na obra e encaminhamento dos resíduos para aterros licenciados ou para outros locais ambientalmente adequados.

O CONAMA (2002) estabelece que os geradores de RCC's devem caracterizar (identificar e quantificar), separar de acordo com a classe pertencente, confinar, transportar e destinar adequadamente os resíduos produzidos.

3.3 Reciclagem

A reciclagem dos Resíduos da Construção Civil (RCC's) consiste na transformação dos materiais descartados em produtos comercializáveis, utilizados para a produção de insumos. Essa estratégia é capaz de equilibrar produtividade e sustentabilidade na construção civil, visto que reduz a exploração de matéria-prima e impede o descarte inadequado de resíduos (SILVA; FELIX; SANTOS, 2014).

Além dos benefícios ambientais, esse processo também permite maximizar a lucratividade das empresas, já que a reciclagem reduz os custos com transporte de resíduos e com a compra de matéria-prima (FROTTÉ *et al.*, 2017). Nesse setor, os materiais reciclados, pertencentes às classes A e B, conforme o CONAMA, são normalmente utilizados na pavimentação, para a construção de bases, sub-bases e revestimentos primários, e como agregado para a produção de argamassa e concreto (GRADIN; COSTA, 2009).

Silva, Felix e Santos (2014) afirmam que as etapas de reciclagem do agregado e produção do novo concreto devem ser realizadas com cautela através de processos que assegurem o seu controle de qualidade. Conforme Leite (2001, p. 12):

O agregado reciclado pode ser definido como um material granular, resultante de um processo industrial envolvendo o processamento de materiais inorgânicos, previamente e exclusivamente utilizados na construção, e aplicados novamente na construção.

No Brasil, a norma responsável por regulamentar a produção e uso de agregados reciclados é a ABNT NBR 15116 de 2004, intitulada “Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos”. Todavia, a utilização de materiais reciclados no país ainda é pequena quando comparada aos países desenvolvidos, em decorrência do tradicionalismo característico da construção civil brasileira (SILVA; MACIEL, 2009).

4. CONCRETO RECICLADO

O concreto obtido a partir da utilização de agregados reciclados pode ser empregado em diversas atividades desenvolvidas pela construção civil, inclusive naquelas com finalidade estrutural (FROTTÉ *et al.*, 2017).

Conforme a ABNT NBR 15116 (2004, p. 5), “o agregado reciclado pode ser utilizado em concreto sem função estrutural, desde que proveniente de material classe A”. Esses agregados podem substituir de forma total ou parcial os agregados naturais e devem atender às especificações apresentadas na norma. Esses agregados podem substituir de forma total ou parcial os agregados naturais e devem atender às especificações apresentadas na norma, conforme mostrado na tabela 2.



Propriedades	Agregado reciclado classe A				
	ACR		ARM		
	Graúdo	Miúdo	Graúdo	Miúdo	
Teor de fragmentos à base de cimento e rochas (%)		≥90	-	<90	-
Absorção de água (%)		≤7	≤12	≤12	≤17
Contaminantes - teores máximos em relação à massa do agregado reciclado (%)	Cloretos			1	
	Sulfatos			1	
	Materiais não minerais			2	
	Torrões de argila			2	
	Teor total máximo de contaminantes			3	
Teor de material passante na malha 75 µm (%)		≤10	≤15%	≤10%	≤20%

Tabela 2 – Requisitos para agregado reciclado destinado ao preparo de concreto sem função estrutural

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15116 (2004)

O processo de reciclagem para o concreto pode ser aplicado em seu estado fresco ou endurecido. Para o concreto fresco, o processo pode ser realizado através da aplicação de um aditivo estabilizador ou da separação dos agregados miúdos e graúdos. Nesta última, os resíduos de concreto fresco são inseridos no funil alimentador para que a lavagem forçada seja realizada. Com o fim do processo, os agregados recuperados são recolhidos na calha de descarga (BUTTLER, 2003). Na figura 2, têm-se um exemplo de unidade recicladora para concreto em estado fresco.



Figura 2 – Unidade recicladora de concreto fresco
 Fonte: Schwingstetter (2013)

O processo de reciclagem para o concreto endurecido, por sua vez, é realizado com o auxílio de um britador especial, através do qual o material é fragmentado em pequenos pedaços, que posteriormente serão moídos e lavados (SILVA, 2021). Conforme Leite (2001, p. 63), “o tipo e a granulometria do resíduo, o britador e suas regulagens internas influenciam consideravelmente a granulometria final dos agregados reciclados produzidos”. Na figura 3, é possível observar um exemplo de unidade recicladora para concreto em estado umedecido.



Figura 3 – Unidade recicladora de concreto endurecido
 Fonte: Metso (2022)

4.1 Propriedades granulométricas

Estudos mostram que o concreto produzido a partir de agregado reciclado possui elevada aplicabilidade em diversas atividades da construção civil. Entretanto, em decorrência dos diferentes tipos de resíduos que o compõem, o concreto com agregado reciclado apresenta elevada variabilidade e heterogeneidade, o que influencia nas suas propriedades (VIEIRA; MOLIN, 2004).

Quando comparado ao concreto produzido com agregado natural, o concreto com agregado reciclado diferencia-se quanto às seguintes propriedades: massa específica e unitária, trabalhabilidade, módulo de elasticidade e resistência à compressão (BUTTLER, 2003).

Em decorrência da elevada capacidade de absorção de água e da maior quantidade de vazios e porosidades, o concreto reciclado apresenta massa específica e unitária cerca de 15% menor que o agregado natural, além de menor trabalhabilidade. A soma desses fatores torna os agregados reciclados menos resistentes à compressão que os agregados naturais (SILVA, 2021).

[...] o agregado reciclado, quando incorporado ao concreto, torna a mistura muito mais coesa e conseqüentemente com menor trabalhabilidade quando comparado a um mesmo concreto com agregado natural. Existe aí uma desvantagem do uso de agregados reciclados, pois estes grãos necessitam de mais pasta de cimento para produzir misturas mais trabalháveis e, portanto, aumentam o custo do concreto (LEITE, 2001, p. 67).

Leite (2001) destaca ainda que, no geral, os agregados reciclados possuem textura mais áspera, rugosa e porosa e apresentam maior módulo de finura, em decorrência da sua composição granulométrica. Além disso, esses materiais apresentam formas mais angulares, gerando maior fricção interna.

[...] sua textura mais rugosa e sua maior angulosidade colaboram com a melhoria da aderência pasta/agregado. O material reciclado possui maior área específica, contribuindo com maior área de aderência entre a argamassa e o agregado. Além disso, o material promove maior absorção da pasta de cimento pelos poros superficiais do agregado, quando comparado ao material natural usualmente empregado. Este fato pode proporcionar maior precipitação dos cristais de hidratação nos poros do agregado, permitindo maior fechamento da zona de transição do concreto, tornando a matriz e o agregado um bloco único de material, o que pode melhorar o desempenho final do concreto (LEITE, 2001, p. 67).

Quanto à durabilidade, Vieira e Molin (2004) apontam que o concreto reciclado apresenta durabilidade satisfatória quando não é totalmente constituído de agregado reciclado, isto é, a substituição do agregado natural deve ser feita de forma parcial. Silva e Maciel (2009) afirmam, ainda, que a utilização de agregados reciclados, em porcentagens adequadas, é responsável por qualificar determinadas propriedades do concreto.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir deste estudo mostraram a importância da reciclagem

para a redução dos impactos ambientais gerados pela indústria da construção civil, sobretudo no que se refere à exploração de recursos não-renováveis e à disposição inadequada de Resíduos da Construção Civil (RCC's). Constatou-se, ainda, que esse processo permite reduzir os custos relacionados à aquisição de matérias-primas e ao transporte de resíduos, maximizando a lucratividade das empresas.

Os estudos analisados mostraram que a utilização dos agregados reciclados na produção de concreto é viável, visto que esses materiais, quando dosados adequadamente, são capazes de resistir satisfatoriamente às solicitações durante a sua vida útil. Entretanto, para garantir a sua efetividade, é necessário que os resíduos que o compõe e o processo de reciclagem empregado sejam de qualidade.

Quanto às propriedades granulométricas do concreto reciclado, os estudos mostraram que esse material apresenta elevada variabilidade e homogeneidade, o que prejudica a sua aplicação. As principais diferenças entre os agregados reciclados e naturais observadas foram: massa específica e unitária, capacidade de absorção de água, rugosidade, trabalhabilidade e resistência à compressão. Na figura 4 é possível observar um esquema comparativo entre as propriedades granulométricas do concreto convencional e do concreto reciclado.

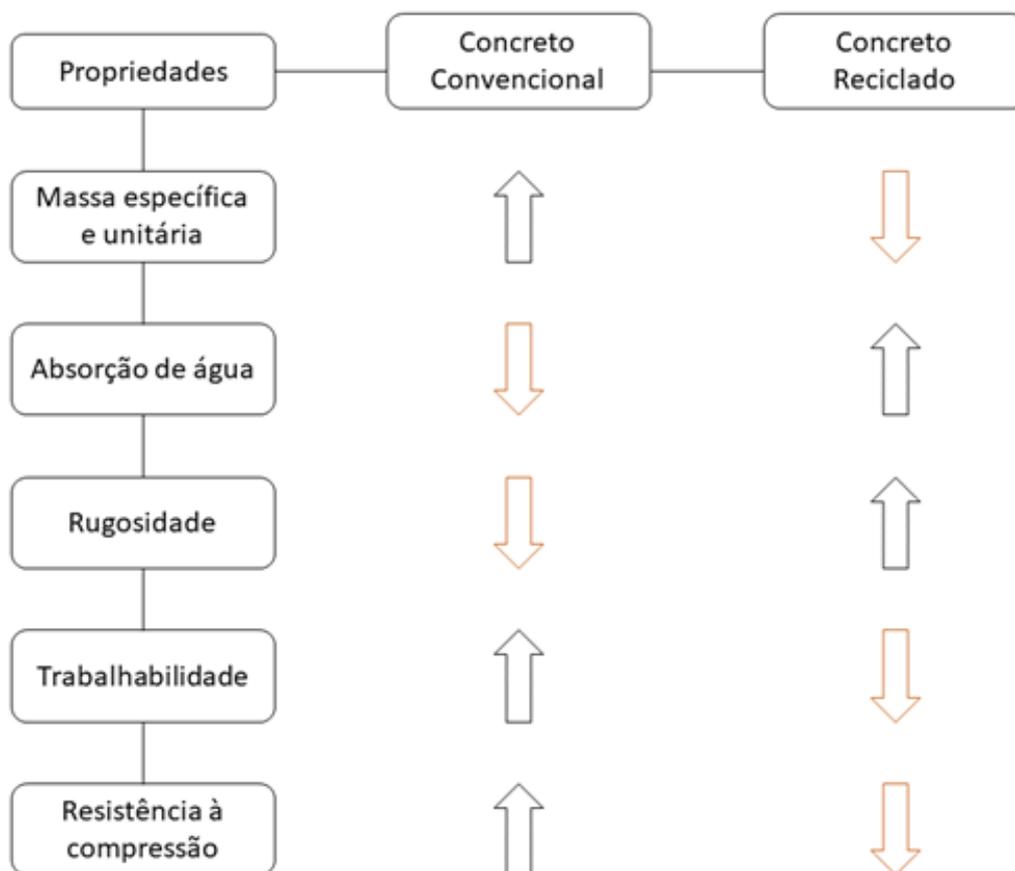


Figura 4 – Comparação entre concreto convencional e concreto reciclado

Fonte: Elaboração do autor (2022)

Observou-se que a perda de trabalhabilidade está diretamente relacionada à elevada porosidade do concreto reciclado, que permite a maior absorção de água. Quanto a resistência à compressão, esta propriedade pode ser qualificada através da redução da proporção entre água e cimento, o que contribuirá para o maior consumo de cimento.

6. CONCLUSÃO

Compreender a importância da reciclagem de Resíduos da Construção Civil (RCC's) é de fundamental importância para a redução dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades desenvolvidas nesse setor. Entretanto, neste cenário, o Brasil encontra-se em posição inferior quando comparado aos países desenvolvidos.

As principais barreiras que impedem a larga utilização do concreto reciclado é a falta de conhecimento técnico a respeito da qualidade desses produtos e economia resultante do seu uso. Além disso, a construção civil no país é caracterizada pelo elevado tradicionalismo, o que estimula a adoção de processos construtivos convencionais que favorecem a produção excessiva de RCC's.

A partir deste estudo, concluiu-se que a aplicação de concreto reciclado nas atividades da construção civil é uma alternativa viável, capaz de promover o equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade. Todavia, esse procedimento exige conhecimento técnico, que permita definir a dosagem adequada dos componentes para obter propriedades granulométricas satisfatórias.

Quando produzido da forma adequada, o concreto com agregado reciclado confere à estrutura durabilidade e resistência à compressão satisfatórias. Portanto, a reciclagem de RCC's consiste em uma prática fundamental no combate à degradação ambiental proveniente da construção civil.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15116: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos**. Rio de Janeiro. 2004;
- BARROS, E.; FUCALE, S. O Uso de Resíduos da Construção Civil como agregados na Produção de Concreto. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 1, 2016.
- BUTTLER, A. M. **Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto: influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BRASIL. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Entulhos Especiais. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>>. 2021.
- CARDOSO, A. C. F.; GALATTO, S. L.; GUADAGNIN, M. R. Estimativa de geração de resíduos da construção civil e estudo de viabilidade de usina de triagem e reciclagem. **Brazilian Journal of Environmental Sciences** (Online), n. 31, p. 1-10, 2014.
- CONAMA. **Resolução 307**: Gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Mma, 2002.2p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em 20 maio. 2022.
- FROTTÉ, C. et al. Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de RCD. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 22, 2017.
- GRADIN, A. M. N.; COSTA, P. S. N. **Reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil**. v. 202, 2009.
- LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese de doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.
- NAGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- OLIVEIRA JÚNIOR, E. L. **Pesquisa científica na graduação: um estudo das vertentes temáticas e metodológicas dos trabalhos de conclusão de curso**. 2017.
- SILVA, G. H. R. **Concreto Reciclado**. PET Engenharia Civil UEM, 09 de dez de 2021. Disponível em: <<https://>>

petciviluem.com/2021/12/09/concreto-reciclado/>. Acesso em: 01 de novembro de 2022.

SILVA, A. B.; MACIEL, J. C. S. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. **Igapó**, v. 3, n. 1, 2009.

SILVA, O. H. et al. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, p. 39-48, 2015.

SOKOLOVICZ, B. C. **Microestrutura e Durabilidade A Cloretos de Protótipos de Concreto Com Cinza de Casca de Arroz Com e Sem Moagem Previa**. 2013. 152p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7811>>. Acesso em 22 maio. 2022.

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade técnica da utilização de concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. **Ambiente Construído**, v. 4, n. 4, p. 47-63, 2004.



23

OBSTÁCULOS À INSERÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NA FASE DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*OBSTACLES TO THE INSERTION OF BIM TECHNOLOGY IN
THE DESIGN PHASE OF CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS*

Adalto Rabelo Neto

Resumo

O *Building Information Modeling* (BIM) é a junção de várias tecnologias que facilita e traz robustez de informação aos modelos virtuais do que virá a ser o empreendimento, aglutinando informações de representação e de descrição. Este trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa e exploratória para identificar as dificuldades de aplicação do BIM no Brasil. Por isso foi utilizada a Revisão Sistemática de Literatura. Artigos científicos sobre a temática foram acessados nas bases de dados Scielo, publicados nos últimos 10 anos (2012 a 2022), com a obtenção dos trabalhos a serem analisados de forma qualitativa e descritiva, relacionando-os aos Obstáculos À Inserção Da Tecnologia BIM Na Fase De Elaboração De Projetos Na Construção Civil, e níveis de adoção da tecnologia, ao fim 28 estudos foram selecionados para sem alvo da discussão e convergem para um ponto em comum, a de que o BIM se faz uma importante ferramenta de gestão que pode potencializar o uso das informações e dessa forma reduzir desperdícios de recursos e insumos, mas enfrenta algumas parreiras para sua aplicação.

Palavras-chave: BIM. Projeto. Obstáculo.

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is the combination of several technologies that facilitate and bring information robustness to the virtual models of what the project will become, bringing together representation and description information. This work is a qualitative and exploratory research to identify the difficulties of applying BIM in Brazil. Therefore, the Systematic Literature Review was used. Scientific articles on the subject were accessed in the Scielo databases, published in the last 10 years (2012 to 2022), with the obtaining of the works to be analyzed in a qualitative and descriptive way, relating them to the Obstacles to the Insertion of BIM Technology in the Phase From Project Elaboration in Civil Construction, and technology adoption levels, at the end 28 studies were selected for the purpose of the discussion and converge on a common point, that BIM becomes an important management tool that can enhance the use of information and thus reduce waste of resources and inputs, but faces some hurdles for its application

Keywords: BIM. Project. Obstacle

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem um papel muito relevante na economia brasileira, já que em seu todo movimentada uma grande cadeia produtiva de bens e serviços que constitui cerca de 7% do Produto Interno Bruto (PIB) do país como diz a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRINC), com isso, se faz de suma importância que a tecnologia se entranhe na área a favor de torná-la mais eficiente, buscando assim soluções que tornem a indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC) uma área mais desenvolvida.

O *Building Information Modeling* (BIM) que traduzido para o português é Modelagem de Informação da Construção vem como um grande avanço na área, antes e durante a execução de um empreendimento, com a modelagem BIM, a parte antes da execução que é o alvo do estudo só tem a ganhar, assim, o BIM é um modelo digital moderno que traz vantagens significativas se comparado com os modelos de representação digital mais arcaicos traz uma precisão tanto pra o processo construtivo, quanto pra a própria maquete digital, ocasionando uma melhor visualização do empreendimento [1], mas como toda nova tecnologia o problema é a implantação. Existem muitos desafios a serem superados para a introdução dessa nova tecnologia no ambiente da construção civil, a modelagem de informação BIM vem enfrentando vários desafios para se colocar como um software usual e comum nesse ambiente tão competitivo. Apesar das vantagens, são evidenciados alguns desafios para sua implementação, como a criação de estratégias adequadas e a mobilização organizacional para a ocorrência da gestão de conhecimento de forma eficiente, assim dessa forma conseguindo se diferenciar e adquirir uma vantagem competitiva muito importante [7]. De acordo com [3], muitas pesquisas têm sido desenvolvidas abordando a temática, visando ampliar a orientação de indivíduos e empresas de modo a conquistar espaço no mercado, já que a informação e o conhecimento são elencados como elementos de alto valor, assim agregando a capacidade de gerar riquezas. O objetivo desse artigo é identificar através de uma revisão literária, quais são os principais obstáculos à inserção da tecnologia BIM na fase de elaboração de projetos na construção civil em específico o principal impedimento para o uso dessa tecnologia na fase de concepção do empreendimento, uma vez que possibilita a aglutinação bem mais eficiente de informações, que hoje em dia ainda é bem deficitária e de certa forma pode ser considerada até arcaica, já que é feita por meio de softwares antigos e defasados em relação ao mercado de execução de projetos e que trazem consigo uma imprecisão que torna insuficiente para torna o projeto algo mais coeso e uniforme, e já tem o seu espaço na indústria os softwares que podem mudar esses paradigmas tem alguns pontos contra, para serem implantados na indústria de AEC.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho tem por base a metodologia de Revisão sistemática de Literatura ou RSL como forma de abordar o tema em questão. Segundo [2] as revisões sistemáticas têm um caráter mais amplo e com um leque de informações no que tange questões bem específicas e tem em sua principal vantagem os protocolos, estes podem ser replicados por outras pessoas, também podem ser verificados para constatar as informações.

A etapa de planejamento consiste na identificação da necessidade da revisão, definição da questão motivadora da pesquisa, além da concepção do protocolo de busca. A etapa seguinte, a realização, são efetuadas as aplicações dos critérios estabelecidos na fase de planejamento, além da síntese e análise dos resultados. Por fim, a terceira e última etapa, trata-se da divulgação dos resultados para a comunidade científica [13]

O método de RSL foi escolhida com o intuito de identificar qualificar e analisar os trabalhos referentes aos obstáculos à inserção da tecnologia BIM na fase de elaboração de projetos na construção civil podendo assim responder à questão motivadora: qual a principal barreira que se opõe a inserção da tecnologia BIM, e dificulta a difusão rápida da mesma pelo Brasil, já que traz inúmeras vantagens para a área da construção civil? Uma vez identificada a problemática desta pesquisa, foi definido o Scielo como o banco de dados utilizado, em função da sua abrangência nacional [6].

O próximo passo consistiu na definição das palavras-chaves e os critérios de análise. Para que os trabalhos fossem selecionados deveriam apresentar a palavra “Obstáculos OR Tecnologia BIM” nas análises dos títulos e nos resumos, também estando dentro da área temática Engenharia, além disso recorte temporal utilizado foi dos últimos 10 anos, abrangendo trabalhos de 2012 a outubro de 2022, buscando a literatura mais recente relacionada ao tema. Por fim, os arquivos detectados deveriam ter seu acesso integral ao conteúdo disponível para visualização e download em modelo pdf, sendo aceitos apenas artigos.

A partir desses critérios de análise, a plataforma Scielo retornou 60 trabalhos, sendo que destes alguns não se adequaram à exigência da presença do termo de busca no título ou no resumo, deste último montante, foram aferidos os trabalhos que estavam disponíveis para visualização e download em pdf, eliminando mais uma quantidade de resultados que estavam indisponíveis e totalizando uma amostragem final de 28 estudos. Uma vez findada a seleção dos trabalhos, realizou-se a leitura dos textos e a categorização segundo temáticas relacionadas ao BIM.

2.2 Resultados e Discussão

Com os avanços tecnológicos, tornam-se cada vez mais presentes inovações nos mais diversos setores, a indústria da AEC vem se beneficiando de forma acentuada dessa evolução, o que aparece como problema é a velocidade de implantação. O *Building Information Modeling* (BIM) é um dos desenvolvimentos mais novos e promissores nessa área, atualmente essa ferramenta vem se difundindo e ganhando mais espaço.

Os autores [9] observaram que os estudos correlacionando BIM e gestão do conhecimento são superficiais no Brasil, uma vez que a modelagem do projeto tem sido o principal foco dos esforços, mesmo que o nível desta representação seja considerado introdutório ou intermediário. Salienta-se ainda que o uso do BIM se desenvolve gradualmente a passos lentos, chegando na simulação 4D, sendo esta dedicada às etapas de planejamento, que se faz como uma etapa de suma importância, com geração de tabelas de custos e levantamento de dados orçamentários valiosos que permitem a gestão racional dos custos e insumos envolvidos no projeto [9]. Dessa forma, a gestão da informação associada ao uso do BIM é aplicada no que tange aos orçamentos e área financeira do empreendimento, podendo ser explorada em outras áreas.

Porém, segundo [14], os conceitos de BIM são bem mais antigos e estão ligados a teorias formuladas em meados da década de 1970 por Charles M. Chuck Eastman que já abordavam modelagem de dados de produtos construtivos [4].

As duas principais “tecnologias” incorporadas pelo BIM que a diferenciam dos sistemas de *Computer Aided Design* (CAD) tradicionais, são elas: modelagem paramétrica e interoperabilidade [4]. A modelagem paramétrica permite a elaboração de modelos virtuais que representem objetos por meio de parâmetros e regras preestabelecidas, com eles podem-se incorporar mais informações que nos sejam úteis e não necessariamente geométricas, buscando caracterizar melhor o mesmo.

Além disso os modelos construtivos que levam como base os seus componentes previamente parametrizados tem uma maior facilidade da extração de informações quantitativas e qualitativas e facilita a previsão de demandas posteriores assim tornando mais fluida conversa entre as demais áreas envolvidas na elaboração do projeto. Com a comunicação estabelecida e a troca de informações garantidas entre as diversas áreas e profissionais alcançando a segunda premissa proposta por Eastman a interoperabilidade, que nada mais é que a integração de forma prática, proporcionando uma colaboração e uma assertividade maior nas fases do projeto [11].

O BIM estrutural pode se relacionar com outras ferramentas, porém, por existirem dificuldades de interoperabilidade, é possível que sejam necessárias muitas outras etapas para conseguir inserir essas informações, quando comparado ao modelo tradicional mais direto. A tecnologia BIM tem o potencial de consolidar grande quantidade de informações bem detalhadas em um mesmo ambiente, tornando o trabalho mais organizado.

Essa característica, quando se trabalha com estruturas metálicas, é de grande vantagem, já que os projetos necessitam de grande detalhamento dos elementos que são sensíveis e de grande importância que em hipótese alguma pode ser desvinculado uns dos outros. A possibilidade de compartilhamento entre os parâmetros e projetos, essas informações com todos os envolvidos na execução do empreendimento, também simplifica a construção, sendo possível compartilhar todos os detalhes descritos em um só lugar para os responsáveis por sua fabricação e montagem [10]

Estágios de adoção de BIM e níveis de competência a adoção completa do paradigma BIM não ocorre de imediato, mas, sim, ao longo de estágios de desenvolvimento, até sua completa adoção [5]. Para [12] a implementação da tecnologia BIM ocorre de forma gradativa e passa por níveis aumentando de forma gradativa, os níveis alcançados têm parâmetros como processo de modelagem do projeto, áreas envolvidas, resultado esperado até a adoção por completo dessa tecnologia. [9].

Já no terceiro nível da adoção da tecnologia BIM, a ênfase está na criação compartilhada e colaborativa dos modelos construtivos, em todo o processo do empreendimento, envolvendo as fases de projeto, construção e operação, e as múltiplas disciplinas da área da AEC. Este nível tem por característica principal o compartilhamento em rede. O processo é síncrono e responsivo, envolvendo análises mais elaboradas já presentes nos primeiros estágios da concepção do projeto. Muitas disciplinas utilizam fazem modificações no mesmo, por meio de um processo integrado e compartilhado, fazendo uso de repositório e sistemas de banco de dados. Este estágio de adoção do BIM requer mudanças drásticas nas políticas e processos das empresas e se apoia em mudanças significativas nas bases tecnológicas utilizadas pela empresa. [9].

O paradigma BIM vem sendo implantado de modo muito gradual e de forma pouco efetiva nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil, a partir dos artigos avaliados para a elaboração do artigo, temos, entre os pontos cruciais para a implantação de BIM temos que os professores das universidades compreendam seu conceito, já que esse ambiente é o local mais apropriado para a difusão de novas tecnologias, e a partir disso os mesmos implementem uma revisão na estrutura das grades curriculares, com a criação de eixos

verticais e horizontais de conhecimentos atrelados ao BIM, dessa forma difundindo e tornando essa tecnologia mais democrática. Conceitos como coordenação, integração e colaboração são essenciais para uma prática de projeto baseada no BIM e, portanto, devem fazer parte das estruturas desses cursos [9]

As barreiras para a implementação da tecnologia ao todo formam 23 barreiras encontradas em comum na síntese dos artigos, em que cada uma delas foi citada uma ou mais de uma vez ao decorrer das pesquisas. Para uma melhor divisão dessas barreiras, usou-se a classificação dada por [5], que classifica os fatores de limitação ao BIM em cinco categorias: pessoal, tecnologia, custo, gerenciamento e jurídico. Essa classificação é a mais recente e usada atualmente e inclui todas as categorias já relatadas em trabalhos anteriores. De todos os desafios identificados, os mais citados entre os artigos foram os referentes aos custos de aquisição de hardwares e softwares, seguido pela resistência à mudança e falta de especialistas no mercado. A exigência de tempo para aprendizado do BIM, pouca conscientização e conhecimento sobre seus benefícios, os custos de treinamento e implementação foram outros fatores bastante comentados nas pesquisas. [8]. Com essas barreiras temos que a tecnologia BIM é uma importante ferramenta, mas de difícil implantação.

3. CONCLUSÃO

Objetivando a explanação dos principais obstáculos à inserção da tecnologia BIM na fase de elaboração de projetos na construção civil temos posto que a essa tecnologia apresenta um nível de adoção baixo levando em consideração os benefícios que ela pode gerar para a área, uma vez que vem consigo uma nova revolução tecnológica na área da construção civil e arquitetura.

Os pontos a serem verificados com relação a essa tecnologia e seus empecilhos para a adoção se trata em seu todo dos pontos que toda nova tecnologia encontra, pessoal, tecnologia, custo, gerenciamento e jurídico. mesmo ela sendo disruptiva ou revolucionária tem que primeiro romper o status quo que já está implantado e difundido por todas as ramificações do mercado, desde o topo até a base que não detém tantos recursos e qualificação para implantar uma nova tecnologia sem que gere perdas significativas ao processo produtivo da empresa, empresas de grande porte tem uma dificuldade diferente, já que suas operações são muito robustas tem muitas partes e com isso se torna muito engessada.

Por fim, esta pesquisa possibilitou uma maior sensibilidade dos agentes envolvidos com relação ao BIM, dessa forma demonstrando que o seu uso pode facilitar o trabalho tornando algo menos complexo e ao mesmo tempo tendo uma quantidade de informações maior, e assim melhorar a eficácia dos projetos, permitindo otimizar etapas executivas, trazendo benefícios para o empreendimento.

O artigo conclui que a implantação é a questão mais difícil a ser superada tendo como principal barreira o investimento monetário necessário para superar a barreira de entrada, a difusão da tecnologia que facilitará a execução de um empreendimento, esbarra na dificuldade de conseguir mão de obra que se qualifique no software e que os agentes da área se modernizem dando assim possibilidade que a mão de obra que se tornou especializada tenha como exercer sua especialização, tudo isso requer um investimento inicial alto, após isso a tecnologia BIM vem como uma grande aliada do ramo de construção.

Referências

A. G. Rossetti e A. B. T. Morales. O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. *Ciência da Informação*, 36(1):124-135, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S0100-19652007000100009>. [1]

A. L. Packer, N. COP, A. Luccisano, A. Ramalho e E. Spinak. Scielo: 15 Años de Acceso Abierto. Un estudio analítico sobre Acceso Abierto y Comunicación Científica. UNESCO, 1ª edição, 2014. Disponível em: <http://www.scielo15.org/es/libro-scielo-15/>. Acessado em abril de 2021. [2]

C. Eastman, P. Teicholz, R Sacks e K. Liston. Manual de BIM. Bookman Editora Ltda, 2014. [3]

EASTMAN, C. et al. Manual BIM: um guia para Modelagem de Informações da Construção para proprietários, gerentes, projetistas, engenheiros e empreiteiros. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 490 p. [4]

GUTTMAN, Mario. (2005). “buildingSMART (supere isso)”, AECbytes Viewpoint. Disponível em: https://www.aecbytes.com/viewpoint/2005/issue_17.html. Acesso em: 02 maio de 2022. [5]

J. J. Randolph. A guide to writing the dissertation literature review. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 14(11):1-13, 2009. [6]

J. S. A. N. Ribeiro, M. A. C. Soares, P. H. Jurza, F. Ziviani e J. T. R. NEVES. Gestão do Conhecimento e Desenvolvimento Organizacional: Integração Dinâmica entre Competências e Recursos. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 7(número especial), 2017. <https://doi.org/10.21714/2236-417X2017v7n1>. [7]

LANDIM, AURÉLIA EMANOELA DE FREITAS GONÇALVES (2020) OS OBSTÁCULOS À IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM COMO PLATAFORMA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA orientador Mateus Rodrigues da Costa. - Cajazeiras, 2020. [8]

R. C. Ruschel, M. L. V. X. de Andrade, M. de Moraes. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? *Ambiente Construído*, 13(2):151-165, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000200012>. [9]

RIBEIRO, Victoria da Fonseca. (2021) ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO SISTEMA BIM PARA PROJETOS DE ESTRUTURAS METÁLICAS Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2021. [10]

RUSCHEL, R. C. et al BIM: CONCEITOS, CENÁRIO DAS PESQUISAS PUBLICADAS NO BRASIL E TENDÊNCIAS. SBQP 2009 Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios 18 a 20 de Novembro de 2009 – São Carlos, SP – Brasil Universidade de São Paulo. [11]

SUCCAR, B. (2009) Building Information Modeling Framework: uma base de pesquisa e entrega para interessados do setor. *Automação em Construção*, v. 18, n. 3, pág. 357-375, 2009. [12]

T. F. Galvão e M. G. Pereira. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(1), 2014. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>. [13]

YESSIOS, C.I. (2004). “ Estamos Esquecendo o Design?”, AECbytes Viewpoint. Disponível em: <http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue10.html>. Acesso em: 02 maio de 2022. [14]

24

**AS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS
ASFÁLTICOS DAS RODOVIAS NO BRASIL**

*THE MAIN PATHOLOGIES ON ASPHALT PAVEMENTS ON
HIGHWAYS IN BRAZIL*

Carlos Augusto Oliveira Alves

Resumo

O aumento do uso das rodovias brasileiras como resultado da estabilidade e crescimento econômico criou a necessidade de uso contínuo de rodovias para entrega de produtos e transporte de passageiros, sobrecarregando e congestionando grande parte do sistema rodoviário existente. Este é o desafio atual do sistema rodoviário brasileiro: boas estradas, custos reduzidos de construção e manutenção, tempos de desvio mais curtos e fluxo de tráfego seguro. Este trabalho tem como objetivo principal descrever as principais causas das patologias nos pavimentos das rodovias no Brasil. Já os objetivos específicos buscaram: identificar as patologias das rodovias brasileiras, estudar fatores que ocasionam a falha prematura nos pavimentos e compreender as propostas de melhoria na qualidade dos pavimentos. A metodologia utilizada será uma revisão bibliográfica exploratória com expressão qualitativa baseada em referências bibliográficas extraídas de artigos científicos, livros e trabalhos publicados para demonstrar teses e estudos de autores, cuja temática a ser explorada são as principais patologias encontradas nas rodovias. Conclui-se, portanto que o presente trabalho tem como contribuição acadêmica estudar sobre as patologias asfálticas e como elas viraram um problema da malha rodoviária brasileira ao longo dos últimos anos. Para a sociedade de modo geral busca contribuir para o entendimento do avanço do conhecimento nessa área e com a tomada de decisões em direção a melhoria da infraestrutura das rodovias.

Palavras-chave: Pavimentação. Patologia. Asfalto. Rodovias. Manutenção.

Abstract

The increased use of Brazilian highways as a result of stability and economic growth has created the need for continued use of highways for product delivery and passenger transport, overloading and congesting much of the existing road system. This is the current challenge of the Brazilian highway system: good roads, reduced construction and maintenance costs, shorter diversion times and safe traffic flow. The main objective of this work is to describe the main causes of pathologies on the pavements of highways in Brazil. The specific objectives sought: to identify the pathologies of Brazilian highways, to study factors that cause premature failure in pavements and to understand proposals for improving the quality of pavements. The methodology used will be an exploratory bibliographical review with qualitative expression based on bibliographical references extracted from scientific articles, books and works published to demonstrate theses and studies of authors, whose theme to be explored are the main pathologies found on the highways. It is concluded, therefore, that the present work has as an academic contribution to study about asphalt pathologies and how they have become a problem in the Brazilian road network over the last few years. For society in general, it seeks to contribute to the understanding of the advancement of knowledge in this area and with decision-making towards the improvement of road infrastructure.

Keywords: Paving. Pathology. Asphalt. Highways. Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

Os pavimentos são estruturas complexas, que envolvem muitas variáveis no seu desempenho, tais como: cargas do tráfego, solicitações ambientais, técnicas construtivas, práticas de manutenção e reabilitação, tipo e qualidade dos materiais etc. O transporte rodoviário desempenha um papel fundamental na sociedade e na economia brasileira, visto que tem sido a principal alternativa para a movimentação de cargas e transporte de pessoas por todo o país. O principal fator que afeta a qualidade da rede rodoviária brasileira é a manifestação de patologias, assim causando impacto direto no desempenho do transporte rodoviário e na economia do Brasil.

De acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias 2016, 48,3% da extensão total das rodovias avaliadas apresentam algum tipo de patologia no pavimento, tendo sido avaliado como Regular, Ruim ou Péssimo. Essa condição aumenta o custo operacional do transporte rodoviário de cargas em 24,9%, em média, devido à redução da durabilidade dos componentes veiculares e ao aumento do tempo de viagem e do consumo desnecessário de combustível.

As atividades de manutenção nos pavimentos, como conservação rotineira, conservação preventiva, restauração, devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, de forma a manter e prolongar seu período de vida, mantendo assim as condições adequadas de trafegabilidade. No entanto, os recursos para recuperar um determinado nível de estado de serventia nem sempre estão disponíveis de forma oportuna.

A intensificação do uso das rodovias brasileiras mediante estabilidade e crescente economia, tem promovido uma necessidade de uso constante das rodovias na forma de transporte de produtos e locomoção de passageiros, assim sobrecarregando e congestionando boa parte do sistema viário existente. Este é o atual desafio do sistema rodoviário brasileiro: vias em boas condições, custos de construção e manutenção reduzidos, menores tempos de deslocamentos e fluxo de tráfego seguro.

Diante deste contexto, a presente pesquisa tratará sobre patologias nos pavimentos asfálticos das rodovias no Brasil. As rodovias brasileiras são de extrema importância para o desenvolvimento do País. Entretanto, de acordo com dados oficiais, cerca de 60% das rodovias pavimentadas apresentam algum tipo de patologia. Deste modo, quais as causas das patologias nos pavimentos das rodovias no Brasil?

Este trabalho tem como objetivo principal descrever as principais causas das patologias nos pavimentos das rodovias no Brasil. Já os objetivos específicos buscaram: identificar as patologias das rodovias brasileiras, estudar fatores que ocasionam a falha prematura nos pavimentos e compreender as propostas de melhoria na qualidade dos pavimentos.

A metodologia adotada nesta pesquisa trata-se de revisão de literatura com método de pesquisa bibliográfica qualitativa e descritiva, com base nos autores Motta (2015) Farias (2010), Silva (2005), por meio de consultas a livros, artigos, sites confiáveis publicados nos últimos 20 anos. Os critérios de exclusão se basearam no descarte de artigos sem teor científico. Foram utilizadas as palavras-chave: “Pavimentação”, “Patologia”, “Asfalto”, “Rodovias” e “Manutenção”.

2. PATOLOGIAS DAS RODOVIAS BRASILEIRAS

O termo pavimento significa a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito a infra-estrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito. (DNIT, 2006, p.95).

Já Balbo (2007, p. 35) define que “pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao mínimo custo”.

Por fim, A NBR 7207/82 da ABNT define pavimento como:

[...] É uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos; melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; e Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornado mais durável a superfície de rolamento (NBR, 1982, p. 3).

As camadas típicas de um pavimento são identificadas como: Revestimento, Base, Sub-base e Reforço de subleito.

Segundo Senço (2001), o revestimento é a camada impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir a derrapagem, aumentando a durabilidade da estrutura. A base é a camada responsável por resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuindo-as. Além de permitir a drenagem da água que se infiltra (por meio de drenos) e resistir às deformações. A sub-base é a camada complementar à base, tem as mesmas funções da base e a complementa, reduz a espessura e promove economia.

De acordo com Bernucci et al. (2006, p. 9) “os pavimentos são classificados tradicionalmente em três tipos, sendo eles: Rígidos (concreto-cimento), Flexíveis (asfálticos) e Semi-rígido (base cimentada revestida por uma camada asfáltica)”.

Pavimentos rígidos são aqueles pouco deformáveis, constituídos principalmente de concreto de cimento. “Rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações” (SENÇO, 2001, p. 23). Pavimentos flexíveis são aqueles em que as deformações, até um certo limite, não levam ao rompimento. São dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo “aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga” (SENÇO, 2001, p.23).

Os pavimentos denominados Semi-rígidos na nomenclatura internacional, são aqueles que possuem camada de revestimento asfáltico e base de solo-cimento. graduada tratado com cimento (SENÇO, 1997).

3. IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS DAS RODOVIAS BRASILEIRAS

Ao longo da vida útil de um pavimento o mesmo está sujeito a cargas não constantes e de diferentes intensidades, direção e sentido, bem como intemperismos do meio. A deterioração de estruturas de pavimentos rodoviários segundo Sachet (2007) ocorre gradu-

almente através do desgaste dos componentes físicos, ocasionando a queda da serventia.

De acordo com Rodrigues (2003) as velocidades de deterioração nos pavimentos tendem a ser maior que nas demais estruturas, em vista de sua grande exposição aos agentes climáticos e ao seu modo de utilização pelas cargas do tráfego. Portanto, não é suficiente construir-se um pavimento de forma adequada e ignorar as consequências econômicas e funcionais de seu desempenho a médio e longo prazo.

Com relação aos tipos de patologias que ocorrem nos pavimentos, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2003) traz uma listagem com a nomenclatura dos defeitos, empregada em métodos de avaliação de qualidade de pavimentos no Brasil. Reproduz-se na Figura 1, a relação dos defeitos e código utilizado pelo DNIT.

Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO			
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O			
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E			
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX			
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D			
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P			

Figura 1 – Defeitos nos pavimentos e código utilizado pelo DNIT

Fonte: NORMA DNIT 005/2003 – TER

4. PRINCIPAIS FATORES QUE OCASIONAM A FALHA PREMATURA DOS PAVIMENTOS

Os materiais de construção, no decorrer de sua vida de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração inevitáveis que implicam a alteração de suas propriedades mecânicas. Tal fato se traduz nos materiais de camadas de pavimentos, sendo sua degradação motivada por cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais, como temperatura e umidade etc. Dano, deterioração, degradação são nomes possíveis para descrever o processo de perda de qualidade estrutural ou funcional dos pavimentos (IWANAGA, 2007).

Não se pode estabelecer, de modo inquestionável, o processo de degradação ou danificação estrutural de dado pavimento, ou, ainda, dos materiais que especificadamente são empregados em sua estrutura. Ao se considerarem os possíveis mecanismos de ruptura em pavimentos, deve-se pensar que existem sítios geológicos e pedológicos diversos; diferentes condições climáticas e morfológicas; políticas de cargas para diferentes veículos comerciais; utilização de materiais peculiares em cada região, além de tradições construtivas e de projeto muito variadas. (BALBO, 2007,).

Os principais fatores que ocasionam a falha prematura dos pavimentos asfálticos geralmente são gerados a partir da má execução do projeto, problemas construtivos, falha na seleção dos materiais, inadequações nas alternativas de conservação e manutenção entre outros fatores. Esses defeitos provocam a deterioração do revestimento e das camadas subjacentes, prejudicando o rolamento, conforto e a segurança na via, trazendo também prejuízos aos usuários e aos veículos (SILVA, 2005).

5. PROPOSTAS DE MELHORIA NA QUALIDADE DOS PAVIMENTOS NAS RODOVIAS DO BRASIL

A realização de possíveis manutenções preventivas com uso de novas metodologias de planejamento e acompanhamento de obra, para melhorar as técnicas de execução de serviços e podendo obter melhor qualidade dos pavimentos rodoviários e consequentemente aumentando sua durabilidade.

Para isso, torna-se essencial fiscalizar, acompanhar periodicamente as condições das rodovias e realizar atividades de manutenção nos pavimentos, como conservação rotineira, conservação preventiva e restauração. Que devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, a fim de se identificar e planejar as necessidades de intervenção e melhoria contínua do pavimento (ROCHA, 2010).

Os materiais de construção, no decorrer de sua vida de serviço, apresentam processos de danificação e deterioração inevitáveis que implicam a alteração de suas propriedades mecânicas. Tal fato se traduz nos materiais de camadas de pavimentos, sendo sua degradação motivada por cargas de veículos, produtos químicos e ações ambientais, como temperatura e umidade etc. Dano, deterioração, degradação são nomes possíveis para descrever o processo de perda de qualidade estrutural ou funcional dos pavimentos (AKSHINO, 2011).

Os remendos são os reparos que são feitos em alguns tipos de camada asfálticas, que tem como principal objetivo preenchimento a quente ou a frio de misturas betuminosas para assim sarar os danos ocasionados pela deteriorização do temo e do uso (ROCHA, 2010).

Esses remendos podem superficiais, quando buscam apenas selar de forma provi-

sória as trincas, visando minimizar a entrada de umidades que podem ser uma camada mais fina betuminosa. O remendo mais profundo por sua vez busca fazer a remoção das camadas mais profundas e por conta disso recebem uma camada betuminosa em volume maior. Todo o processo de reparação dos buracos e a desagregação podem receber os chamados remedos, sendo eles profundos ou superficiais. Esse tipo de reparo varia da classe e do grau de profundidade da patologia (BERNUCCI, 2006).

É comum nos pavimentos asfálticos aparecerem os trincamentos ocasionados por fadiga que são comumente chamados de “couro de jacaré”, esses tipos de patologia recebem uma carga superior nos seus reparos. Isso ocorre porque uma camada fina ocasiona danos maiores e pode colocar em risco todo o desempenho estrutural.

Os trincamentos são considerados como os defeitos mais comuns que surgem na pavimentação asfáltica, a maior parte dessas patologias recebem reparos menos, o que evitam a entrada de água nas camadas inferiores. A selagem é o método recomendado para os reparos nas trincas, por ser eficiente e economicamente mais barato, evitam afetar as camadas inferiores (FARIAS; PALMEIRAS, 2010).

Todas as atividades de manutenção nos pavimentos, como conservação rotineira, conservação preventiva, restauração, devem ser consideradas como processos contínuos e fazem parte da vida normal do pavimento, de forma a manter e prolongar seu período de vida, mantendo assim as condições adequadas de trafegabilidade. No entanto, os recursos para recuperar um determinado nível de estado de serventia nem sempre estão disponíveis de forma oportuna.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de expansão territorial, acesso a terras cultiváveis e acesso a matérias-primas levaram ao estabelecimento das primeiras estradas na China; à medida que a história avançava, estas estradas tornaram-se cada vez melhores, com os romanos assumirem a responsabilidade pela sua manutenção. Como no passado, o desenvolvimento econômico e social de um país depende de sua infraestrutura de transporte.

O trabalho aqui apresentado buscou investigar as principais patologias descobertas na pavimentação asfáltica, levando em consideração todos os fatores históricos ocorridos nas últimas duas décadas e que contribuíram para o surgimento dessas falhas em diversas etapas da construção do pavimento. Nesse contexto, considerou-se o processo de construção de pavimentos no Brasil, bem como a falta de prevenção de patologias que possam surgir prematuramente nas rodovias do país. É enfatizada a importância da instrução na tomada de decisões corretas para o método correto que será implementado.

O principal fator que afeta a qualidade da rede rodoviária brasileira é a manifestação de patologias. Patologias são defeitos, construtivos ou não, desenvolvidos ou agravados com o tempo em função do uso, intemperismos ou por errôneo dimensionamento, que fazem com que o pavimento deixe de exercer sua função de oferecer um rolamento confortável e seguro para as rodovias nas quais foram construídos. O presente trabalho tem como contribuição acadêmica estudar sobre as patologias asfálticas e como elas viraram um problema da malha rodoviária brasileira ao longo dos últimos anos. Para a sociedade de modo geral busca contribuir para o entendimento do avanço do conhecimento nessa área e com a tomada de decisões em direção a melhoria da infraestrutura das rodovias.

Referências

- AKISHINO, Pedro. **Introdução à Engenharia de Tráfego**. Universidade Federal do Paraná, 2011.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.
- BONFIM, V. **Fresagem de Pavimentos Asfálticos**. 3 Ed., São Paulo, Exceção Editorial, 2011.
- BERNUCCI, Liedi Bariani. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petróbrás: Abeda, 2006.
- DEMARCHI, Sergio Henrique. **Influência dos veículos pesados na capacidade e nível de serviço de rodovias de pista dupla**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2000.
- DNIT – **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Manual de Projeto geométrico de travessias urbanas. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.
- FARIAS M. M; PALMEIRA E. M. Agregados para construção civil. In: ISAIA, G. C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010.
- GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Notas de aula, ITA, São José dos Campos, 1999.
- IWANAGA, F. I. Avaliação da influência do tipo de agregado, do tipo de ligante, do tipo de moldagem, do tipo de fíler na vida de fadiga de misturas asfálticas densas. 2007. 119p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- SILVA, P.F.A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 1. ed. São Paulo: Pini Editora, 2005.

25

ESTUDO DA APLICABILIDADE DA NR-18 EM CANTEIRO DE OBRA

NR-18 APPLICABILITY STUDY IN CONSTRUCTION SITE

Igor Luís Silva Costa Leite
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

O ramo da construção civil é o que mais favorece ofertas de emprego no Brasil, no entanto, ao passo que promove essa ampla quantidade de vaga o mesmo se caracteriza como aquele com o maior número de acidentes de trabalho, ocasionando prejuízos pessoais e a nível organizacional. Assim, as normas regulamentadoras surgem com o critério de assegurar legalmente a seguridade do trabalhador dentro do canteiro de obra, tendo como principal norma responsável por tal papel a Norma regulamentadora 18. A problemática discutida, referente ao estudo em questão, buscou entender o paralelo existente entre a implementação da NR18 em um canteiro de obra e a redução de acidentes, visto que ela promove maior segurança para os indivíduos envolvidos nesse processo, no entanto, apesar de sua relevância, muitas vezes não são implementadas em um canteiro de obra por diferentes fatores, e pode ocasionar acidentes e prejuízos para a obra na qual não foi implementada. Dentro desse contexto, este trabalho teve como objetivo principal analisar a aplicação da Norma Regulamentadora (NR nº18) - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil, em canteiro de obras, assim como identificar os fatores que dificultam sua implantação e cumprimento. O trabalho foi desenvolvido baseado em pesquisas bibliográficas condizentes ao tema. Mediante os dados obtidos observou-se que o ramo da construção civil ainda apresenta alguns entraves quanto ao cumprimento da NR 18 no setor.

Palavras-chave: Segurança, Labor, Saúde do trabalhador.

Abstract

The construction industry is the one that most favors job offers in Brazil, however, while it promotes this ample amount of vacancy it is characterized as one with the highest number of occupational accidents, causing personal and organizational losses. Thus, the regulatory norms arise with the criterion of legally ensuring the safety of the worker on the construction site, with the Regulatory Norm 18 as the main norm responsible for this role. The problem discussed, referring to the study in question, sought to understand the parallel between the implementation of NR18 on a construction site and the reduction of accidents, since it promotes greater safety for individuals involved in this process, however, despite its relevance, often are not implemented on a construction site for different factors, and can cause accidents and losses for the work in which it was not implemented. Within this context, this paper's main objective was to analyze the application of Regulatory Standard (NR No. 18) - Conditions and working environment in the construction industry, on construction sites, as well as to identify the factors that hinder its implementation and compliance. The work was developed based on bibliographic research appropriate to the theme. Through the data obtained it was observed that the construction industry still presents some obstacles to the compliance with NR 18 in the sector.

Keywords: Safety, Labor, Worker's health.

1. INTRODUÇÃO

A implementação da NR18 dentro da construção civil, possibilita a redução de acidentes e promove maior segurança para os indivíduos envolvidos nesse processo, uma vez que o ramo abrange uma grande quantidade de trabalhadores, no entanto, apesar de sua relevância, muitas vezes não são implementadas em um canteiro de obra por variados fatores. Em função disso, são gerados alguns desafios para a saúde pública, especificamente para saúde e segurança do trabalhador, em virtude do grande número de acidentes ocorridos dentro destes ambientes de construção.

É, imprescindível a implementação e o cumprimento de normas instrutivas de segurança do trabalho, para garantia da seguridade dentro da construção civil, a fim de preservar a saúde física dos colaboradores nos canteiros de obras, para que possa ser criado um ambiente com menos possibilidades de ocorrências de acidentes. Assim a NR-18 se apresenta como uma forte ferramenta para redução ou controle da problemática em discussão, demonstrando a importância do estudo presente e da compreensão dos fatores envolvidos na segurança dentro da construção civil, pois através da implementação da mesma será possível reduzir as taxas de acidentes, assim como as doenças ocupacionais decorrentes dessas atividades.

A NR-18 contribui para aplicação de medidas necessárias a fim de evitar acidentes de trabalho, diminuindo por sua vez a crescente estatística do setor tocante ao tema. Considerando-se que o mal gerenciamento do canteiro de obra é um dos fortes fatores que contribui para um alto índice de acidentes nestes locais, é de suma importância que estudos e pesquisas relacionadas a segurança do trabalho sejam realizados bem como a investigação dos fatores adjacentes que contribuem para redução do grau de seguridade dentro da construção civil.

A problemática discutida, referente ao estudo em questão, buscar entender: Qual o paralelo existente entre a implementação da NR18 em um canteiro de obra e a redução de acidentes? visto que ela promove maior segurança para os indivíduos envolvidos nesse processo, no entanto, apesar de sua relevância, muitas vezes não são implementadas em um canteiro de obra por diferentes fatores, podendo ocasionar acidentes e prejuízos para a obra na qual não foi implementada.

Dentro do contexto abordado a investigação científica tem como objetivo analisar a aplicação da Norma Regulamentadora (NR nº18) - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil, em canteiro de obras e identificar os fatores que dificultam sua implantação e cumprimento, comparando a sua atual estrutura com as versões anteriores e os seus pontos que demandam uma melhoria. Buscando em segundo planos compreender as normas de segurança em geral do setor, identificar dos principais requisitos de segurança presentes na NR 18 empregados dentro do canteiro de obra assim como pontuar os principais fatores que colaboram para o descumprimento da norma e que refletem em altos números de acidentes em canteiros de obra.

Todas as informações obtidas no estudo foram discutidas e complementadas com uma conclusão de modo que esclarecesse o panorama da NR-18, a questão segurança do trabalho e sua aplicação nos canteiros de obra.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O estilo de pesquisa que foi desenvolvido caracteriza-se como revisão de literatura. Para isso, foram feitas pesquisas acerca do tema, embasadas na análise de literaturas já publicadas, tais como livros, dissertações, artigos científicos dentre outros. A busca das informações para construção do trabalho foi feita por meio da busca nos seguintes bancos de dados: livros, sites, revista científicas, dentre outros.

Os materiais utilizados como suporte para pesquisa foram apenas os publicados nos últimos dez anos, onde para facilitar o estudo e obter um conteúdo mais específico, foram utilizadas as seguintes palavras chaves: segurança do trabalho NR-18, construção civil, norma regulamentadora. As informações obtidas constituíram os resultados da pesquisa, nos quais foram analisadas, organizadas e discutidas ao longo do desenvolvimento do trabalho, sendo complementadas com uma conclusão.

2.3 Resultados e Discussão

O ramo da construção civil se destaca pode estar sujeito a diferentes tipos de acidentes, uma vez que este apresenta uma variedade de risco acerca dessas ocorrências, assim como de doenças relacionada às condições de trabalho e dos aspectos específicos de cada obra PEREIRA, 2019). Nunes (2016) ressalta que a área contribui significativamente para estatísticas de acidente do trabalho no Brasil, sendo responsável por 20% das ocorrências registrados na Previdência Social.

Já segundo o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (Smartlab, 2020) o trabalhador da construção civil que mais sofre acidentes de trabalho no Brasil é o Servente de Obras, em comparação a outros oito profissionais da área. Além disso, estes oito profissionais que estão à frente nos números de acidentes, acumulam mais de 47% dos registros realizadores por CAT entre os anos de 2015 a 2018, onde o Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) é a forma de contabilizar os acidentes sofridos pelos trabalhadores, que ocorrem todos os anos. O gráfico 1 apresenta as porcentagens de cada profissional que sofreu acidentes de trabalho nos anos de 2015 a 2018 que foi realizado o Comunicado de acidente de trabalho (SMARTLAB, 2020).

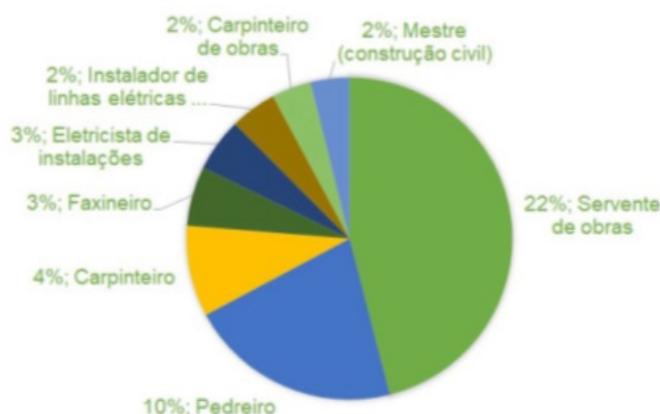


Figura 1- Índice de Ocupações com mais Acidentes na Construção Civil

Fonte: SmartLab, 2020

Já em seu estudo sobre acidentes de trabalho na construção civil, após analisar os dados de acidentes da macrorregião de Santa Catarina, Toldo (2020) corroborando com o trabalho de Vargas *et al.* (2008), observou um número elevado de notificações de acidentes com os profissionais pedreiros, quando comparado aos demais profissionais, esta categoria sozinha detém mais de 55,0% (n= 163) das notificações de acidentes graves na macrorregião.

O trabalho em altura é um fator de risco presente em atividades tais como, soldador, entre outras. É um trabalho que requer atitudes de antecipação dos riscos, e planejamento a fim de eliminar o risco de queda ou minimizar as consequências e estabelecer procedimentos operacionais e administrativos (ON SAFETY, 2022).

Dados reportam que a queda de altura é um dos eventos com mais acidentes de trabalho graves e fatais para os trabalhadores, no Brasil, foram registrados 14.767 acidentes de trabalho e 96 acidentes com óbito, estatísticas maiores do que do ano de 2014 segundo os dados de SIT (2022).

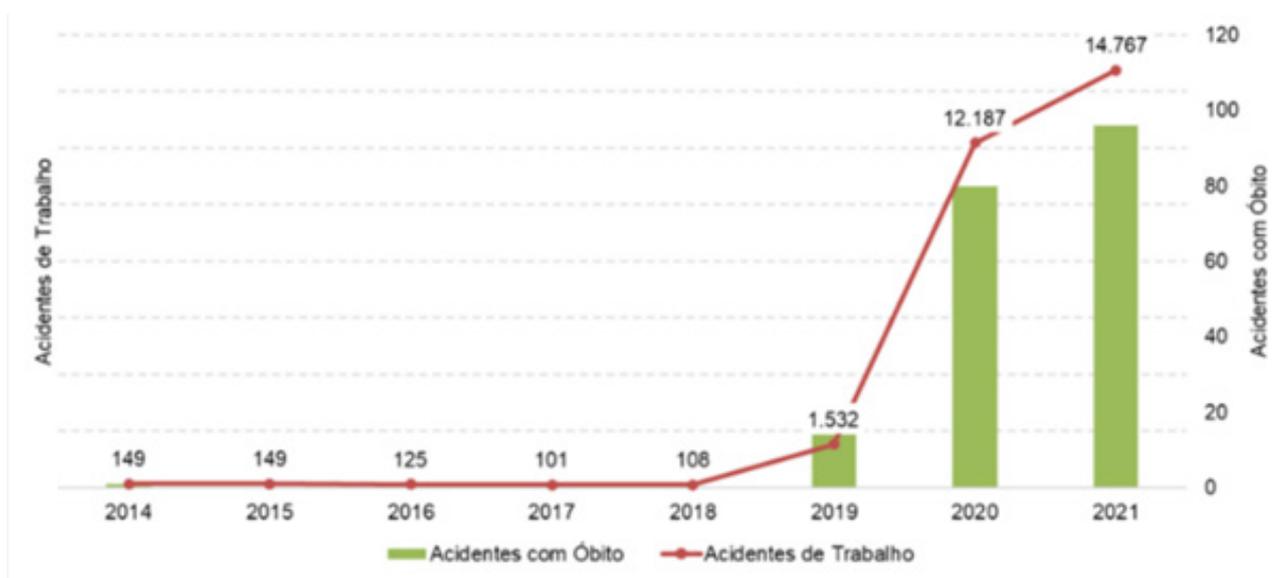


Figura 2- Dados entre os anos de 2014 a 2021 referentes a acidentes ocorridos por quedas de altura de acordo com o SIT, 2022

Fonte: SIT (2022).

Entretanto em seus trabalhos Fagundes *et al.*, (2019) identificou como principal causa de acidentes em canteiro de obra da cidade de Guanambi na Bahia são condizentes a choques elétricos, divergindo dos dados observados por SIT, (2022) o que demonstra que esses dois fatores requerem maior atenção por parte das empresas responsáveis pelas obras.

Nunes (2016) em seu trabalho destaca alguns fatores que são os principais causadores de acidentes de trabalho no Brasil, sendo eles: não utilização de equipamento adequado; negligência quanto as instruções ao trabalhador assim como também nas fiscalizações; ausência de conhecimento técnico; ações imprudentes quanto ao cumprimento de leis trabalhistas; negligência aos direitos dos trabalhadores, uso de materiais perigosos sem os cuidados adequados, dentre outros.

Destaca-se que acidentes de trabalho em função da responsabilidade da empresa quanto o percurso da residência para o local de trabalho ou deste para aquela, independente do recurso usado para locomoção (BRASIL, 1991). Independente da forma de contrato, toda relação de trabalho coloca o trabalhador em situação de risco, que podem ocasionar prejuízos em diversas esferas (PEREIRA, 2019).

A Lei nº 8.213 de 1991, que dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social, em seu artigo 19, diz que o acidente do trabalho é tudo que pode ocorrer durante o exercício das funções a serviço da empresa, ocasionando lesão corporal ou perturbação funcional, resultando em morte ou em perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade de desenvolvimento do trabalho (BRASIL, 2020).

A lei mencionada no parágrafo anterior, delimita também as doenças profissionais e ocupacionais decorrentes dos acidentes oriundos do exercício do trabalho peculiar a determinada atividade. Além disso, existe também as doenças desencadeadas em função de condições especiais em que o trabalho é realizado.

Peixoto (2010) retrata que além dos problemas que o acidente de trabalho pode ocasionar na vida do trabalhador ou até mesmo na vida de seus familiares, o mesmo também acarreta impactos ambientais, econômicos, políticos e sociais para todos. Os impactos estão dispostos em três categoriais, a primeira, denominada típico é definida como o infortúnio de trabalho proveniente de causa violenta. Nesse contexto, pode ser classificado como acidente comum, imprevisto e súbito, tendo como por exemplo: quedas choques, queimaduras, entre outros.

As doenças de trabalho que reflete a segunda categoria, na qual Peixoto (2010), define como enfermidades, são ocasionadas em virtude do exercício do trabalho, onde o indivíduo é exposto a agentes ambientais como calor, ruído, micro-organismos, entre outros. A terceira e última categoria, consiste nos acidentes de trajeto sofrido pelo trabalhador durante o seu deslocamento para casa e vice-versa.

A figura 3 demonstra o quantitativo dos acidentes ocorridos no ano de 2018, por motivo no Brasil segundo dados do Dataprev por meio de comunicado de acidentes de trabalho – CAT.

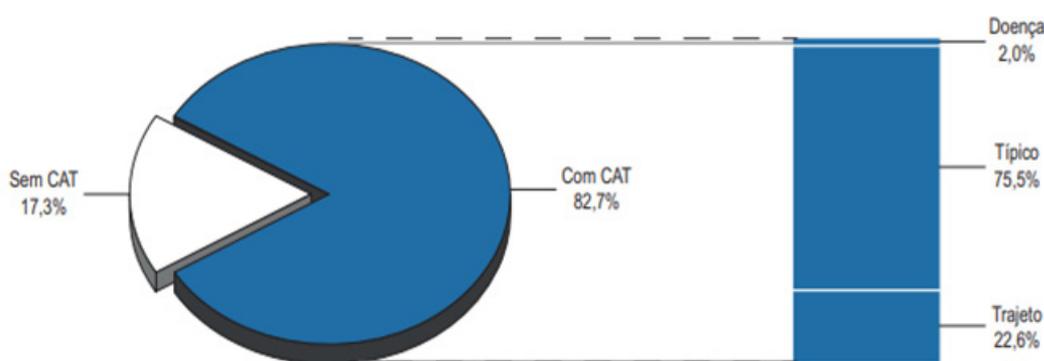


Figura 3- Distribuição de acidentes do trabalho, por motivo, no Brasil – 2018 segundo o DATAPREV, 2018

Fonte: DATAPREV, 2018

Nota-se que, mesmo com a evolução das normas regulamentadoras, existe uma carência em relação ao cumprimento das regras e fiscalização de suas aplicações necessitando o assunto ser abordado cada vez mais. A conscientização de trabalhadores e empregadores deve ser conjunta, despertando o interesse na proteção e preservação do valor humano como prioridade no segmento prevencionista (COIMBRA, 2020).

De acordo com Junior (2013), as dificuldades de atendimento da norma pelas empresas são mais de natureza gerencial e da cultura dos trabalhadores do que do rigor das exigências contidas na norma, que pudessem interferir na sua aplicabilidade.

Um desses quesitos é referente ao uso de EPIs que por serem equipamentos que auxiliam na segurança do trabalhador, são essenciais para a segurança do trabalho, principalmente na indústria da construção. Sendo assim, se tornam necessários para boas condições e meio de ambiente de trabalho, se relacionando diretamente com a NR 18, são divididos em 9 grupos sendo os itens classificados todos de acordo com a parte do corpo que protegem (CAMISASSA, 2015).

Conforme Leal (2014), o cumprimento da NR 18 além de trazer benefícios no dia a dia dos trabalhadores, também reflete na redução dos afastamentos relativos à saúde e acidentes. No entanto, é notório que os gestores das obras não dominam as determinações da lei e as ligações entre as normas regulamentadoras, que também visam melhorar a segurança e condições dos trabalhadores com medidas gestoras específicas ou não.

Atrelado a isto a grande maioria das empresas não investe de forma correta na prevenção do acidente de trabalho, pois as questões de âmbito educacional como treinamento e informação não recebem muitas vezes investimento da maioria das empresas (VARGAS et al., 2008).

Vale ressaltar que as multas aplicadas pelos agentes de inspeção do trabalho têm o valor na maioria das vezes maior que o custo necessário para a resolução do não cumprimento da norma, associado ao fato de que a aplicação da multa não desobriga o empregador a se adequar a legislação de segurança e medicina do trabalho (JUNIOR, 2013).

Bruin (2017) cita que os profissionais voltados à área de saúde e segurança do trabalho não eram bem-vistos e recebidos nos canteiros de obras e em empresas, por serem associados à imposição de leis. Atualmente, com a mudança da mentalidade, se reconhece a importância para a integridade dos trabalhadores e para o desenvolvimento das empresas que as normas sejam aplicadas e fiscalizadas.

Assim o descumprimento das especificações torna as áreas de vivência um dos itens mais focados durante inspeção de obras pela Delegacia Regional do Trabalho e Emprego (DRTE), órgão responsável pela averiguação, (OLIVEIRA;2016).

Uma vez que o construtor deve zelar pelo estado de conservação, higiene e limpeza do local sendo o descaso com tais aspectos é um dos principais problemas encontrados, tais problemas quando encontrado pelo órgão fiscalizador pode ocasionar aplicação de multas ao construtor até o embargo da obra (GOIS, 2019).

Entretanto a quantidade de canteiros de obras irregulares vem diminuindo gradativamente, ao longo dos anos, demonstrando uma dinâmica de interesse por parte dos construtores e dos próprios colaboradores na manutenção e reconhecimento desta ferramenta. Uma vez que nascem com um fim de dispor de estruturas capazes de suprir as necessidades básicas dos trabalhadores de alimentação, higiene, descanso, lazer e ambulatorial, que são medidas fundamentais para garantir a saúde e o bem-estar da mão de obra contratada pelas empreiteiras, uma vez que na área da construção é muito comum os trabalhadores passarem o dia na obra (URIAS, 2020).

Assim vale ressaltar que o programa de condições e meio ambiente de trabalho (PCMAT) preza pela promoção e implantação de programas ou projetos de gestão de segurança do trabalho, uma vez que a Segurança na Construção Civil é uma das grandes preocupações de muitos que trabalham diariamente em canteiros de obra (BRASIL, 1995; BRESSAN 2016).

Ao longo dos últimos anos, houve uma significativa evolução no que diz respeito à segurança e higiene no trabalho com relação a normas e legislação, mesmo que profissionais da área ainda não atendam à carência do atual cenário de mercado. Com isso de

modo geral, a norma é considerada com boa aplicabilidade, apesar de necessitar de algumas correções sobre assuntos não previstos (URIAS, 2020).

Vargas (2008) retrata que embora a segurança do trabalho tenha um importante papel na análise de causa e prevenção de acidentes, ainda sim é necessário que haja uma fiscalização dos órgãos governamentais para que se possa garantir a efetividade de todo aparato jurídico construído ao longo da história. Em conjunto, é possível que seja evitado acidentes de trabalho que seja reduzido gastos com funcionários, máquinas, equipamentos e indenizações por acidentes.

3. CONCLUSÃO

Mediante o exposto conclui-se que os entraves quanto ao cumprimento da norma regulamentadora 18 ainda é baseado nas carências de fiscalização pelos órgãos responsáveis assim como pela relutância das empresas em implementar os itens que a norma solicita para promover um ambiente de maior seguridade para todos os envolvidos no processo produtivo dentro dos canteiros de obra.

Tais medidas são necessárias uma vez que se não cumpridas favorece diretamente ao aumento dos números de acidentes de trabalho, assim como gera custos para a empresa e compromete diretamente o bem-estar do trabalhador podendo até comprometer sua existência por ocorrência de acidentes com óbitos.

Ressalva-se ainda que há uma grande necessidade da realização estudos acerca da aplicação da NR 18 dentro dos ambientes construtivos, a fim de pontuar os fatores que ainda causam riscos ao desenvolvimento das atividades dos trabalhadores.

Referências

- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras**, 1991. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalhoeprevidencia/pt-br>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18**: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. [S.l: s.n.], 1991. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- BRASIL. **NR 18**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. [S.l: s.n.], 2020. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br>. Acesso em: 02 ago. 2022.
- BRESSAN, Brenda. Segurança do trabalho na construção civil: saiba mais sobre essa área. **Blog Sienge**. Florianópolis-SC, 2016. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/seguranca-do-trabalho-na-construcao-civil/>. Acesso em: 25 abr. 2022.
- BRUIN, L. A. A inspiração para as Normas Regulamentadoras nasceu durante a construção da Usina de Itaipu. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, n. 307, julho 2017. Disponível em: <https://www.protecao.com.br/destaques-da-revista-protecao/primeiros-passos-parte-1/>. Acesso em: 21 out. 2022.
- CAMISASSA, Mara Queiroga. Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. [S.l]: **Método**, 2015. Disponível em: <http://www.norminha.net.br/Normas/Arquivos/NR-1-36Comentadaedescomplicada.pdf.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- FERREIRA, C. B. **NR 18**: uma revisão frente as alterações da segurança do trabalho na construção civil. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 16 abr. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11624/3017>. Acesso em: 25 ago. 2022.
- GÓIS, E. S. Impactos do e-social no programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil – PCMAT. **Centro Universitário de João Pessoa**. João Pessoa, Paraíba 2019.
- JUNIOR, Rubens Sant'anna. **Aplicação da NR-18 em canteiros de obras**: percepções e estudo de campo. **Universidade Federal do Espírito Santo**, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/3958>. Aces-

so em: 25 ago. 2022.

LEAL, Rosana. **Áreas de vivência nos canteiros de obras em empreendimentos habitacionais: Segurança a serviço da produtividade.** Disponível em: https://facunicamps.edu.br/cms/upload/repositorio_documentos/61.AVALIACAO%20DE%20CANTEIRO%20DE%20OBRA%20CONFORME%20A%20NR%2018.pdf. Acesso em: 16 jul. 2022.

MICHEL, Oswaldo. **Acidentes do trabalho e doenças ocupacionais.** LTr, 2 ed. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redede.virtual.bibliotecas:livro:2008;000834231>. Acesso em: 16 jul. 2022.

NBR 14280: 2001 Cadastro de acidente do trabalho - Procedimento e classificação. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/55050668/ABNT-NBR-14280-Cadastro-de-acidente-do-trabalho-Procedimento-e-Classificacao>, Acesso em: 10 ago. 2022.

NUNES, Thaís Antuza. **Aplicabilidade da NR 18 em canteiros de obras** - Estudos de caso em obras na cidade de santa maria/RS, 2016. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2016/TCC_THAIS%20ANTUZA%20NUNES.pdf. Acesso em: 25 abr. 2022.

OLIVEIRA, C. L.; PIZA, F. T. **Saúde e Segurança no Trabalho.** São Paulo: Difusão, 2016. Disponível em: <https://pt.scribd.com/book/523970755/Seguranca-e-saude-no-trabalho-volume-1>. Acesso em: 24 jul. 2022.

PEIXOTO, N. H. Curso técnico em automação industrial: Segurança do Trabalho. **Universidade Federal de Santa Maria**, 3ª. Ed, Santa Maria, 2012.

PEREIRA, Erica. **Aplicação da NR18 em obras de infraestrutura viária:** estudo de caso na grande Florianópolis. 1 ed. Palhoça, 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4731/1/TCC%20NR18%20OBRAS%20DE%20INFRAESTRUTURA%20RIUNI.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

URIAS, Caroline. Análise da aplicação da nr-18 em canteiros de obra em rio verde – GO, **IFGO**, Rio Verde-GO, 2020. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1343/4/Ata%20de%20defesa_Carolline%20Cardoso%20Urias.pdf. Acesso em 21 out. 2022.

VARGAS, C. L. S. A; GRANDE, Í. S; AMIN, J. A; MARTINS, U. E. B; CORDEIRO, F. A; ALVES, W. A. Conscientização e treinamento dos trabalhadores da construção civil aplicando a norma regulamentadora 18. **4ª encontro de engenharia e tecnologias dos campos gerais**, 2008. Disponível em: <http://ri.uepg.br/riuepg/handle/123456789/155>. Acesso em 26 out. 2022.

Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho. Perfil de Casos (CAT). Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=perfilCasosAcidentes>. Acesso em: 15 jul. 2022.

FAGUNDES, L. E. C; NEVES, P. H; LEAL, C. M. T. L. Conscientização e treinamento dos trabalhadores da construção civil aplicando a norma regulamentadora 18 do tem. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil.** v. 15, n. 2, 2019.

VARGAS, C; L S; GRANDE, Í. S; AMIN, J. A; MARTINS, U. E. B; CORDEIRO, F. A; Alves W. A. Conscientização e treinamento dos trabalhadores da construção civil aplicando a norma regulamentadora 18 do TEM. **Encontro de engenharia e tecnologias dos campos gerais.** 2008. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg/handle/123456789/155>. Acesso em: 22 set. 2022.

TOLDO, P. M. **Acidentes de trabalho na construção civil:** uma análise das notificações do cerest da macrorregião do grande oeste/SC. Universidade federal da fronteira sul, CHAPECÓ, 2021 - Monografia – (CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA). Disponível em: https://facunicamps.edu.br/cms/upload/repositorio_documentos/61.AVALIACAO%20DE%20CANTEIRO%20DE%20OBRA%20CONFORME%20A%20NR%2018.pdf. Acesso em: 16 set. 2022.

26

**CONCRETO E SUAS IMPLICAÇÕES DE
HETEROGENEIDADE DE TERRITÓRIO NO BRASIL:
CONCRETO COM ROCHA GRANÍTICA X CONCRETO COM
SEIXO ROLADO**

*CONCRETE AND ITS IMPLICATIONS OF TERRITORY
HETEROGENEITY IN BRAZIL: CONCRETE WITH GRANITE
ROCK X CONCRETE WITH ROLLED PEBBLE*

Jadenilson Costa Campos

Resumo

O concreto está presente na grande maioria dos processos construtivos no mundo, sendo este o segundo elemento mais utilizado perdendo apenas para água. Dora-vante do Brasil não se diferencia no aspecto construtivo, por se tratar de um país em pleno crescimento demográfico e urbanístico no âmbito geral. Tendo em vista o crescimento populacional existe uma grande demanda por novas empreendimentos no afã de sanar o déficit de moradias e grandes estruturas urbanísticas. Devido heterogeneidade de território e diversidade mineralógica Brasil alguns agregados graúdos são de difícil acesso como e o caso da pedra brita (rocha granítica). Tendo como opção de substituição e o seixo rolado material encontrado em larga escala e em rios principalmente da região norte do Brasil. Região na qual estar em constante crescimento urbanístico. Este presente trabalho tem por objetivo fomentar e discutir os usos desse agregado e suas implicações mecânicas e físicas do concreto tendo em vista que este por sua vez é um elemento mais recorrente a desgastar quando submetido a esforços. Obtivemos através de pesquisas e estudos do respectivo tema, a necessidade de adição de aditivos poliméricos para a maior resistência do concreto onde não houver disponibilidade da pedra brita.

Palavras-chave: Processos Construtivos, Agregado Graúdo, Crescimento Demográfico e Urbanístico, Aditivos.

Abstract

Concrete is present in the vast majority of construction processes in the world, this being the second most used element second only to water. From now on, Brazil does not differ in the constructive aspect, as it is a country in full demographic and urban growth in general. In view of population growth, there is a great demand for new developments in an effort to remedy the deficit of housing and large urban structures. Due to the heterogeneity of the territory and mineralogical diversity in Brazil, some large aggregates are difficult to access, such as crushed stone (granitic rock). Having as a replacement option and rolled pebble material found on a large scale and in rivers mainly in the northern region of Brazil. Region in which to be in constant urban growth. This present work aims to promote and discuss the uses of this aggregate and its mechanical and physical implications of the concrete, considering that this, in turn, is a more recurrent element of wear and tear when subjected to efforts. We obtained through research and studies of the respective theme, the need to add polymeric additives for the greater resistance of concrete where there is no availability of crushed stone.

Keywords: Construction Processes, Large Aggregate, Demographic and Urban Growth, Additives.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente o concreto tem sido um material de destaque na construção civil devido às suas características, como a durabilidade e a resistência, proporcionando edificações seguras e de relativa rapidez de execução. Isso decorre do resultado dos componentes desse material, cuja composição convencional é formada por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo, podendo receber também aditivos químicos. Contudo, continuamente há estudos pautados em inovações relacionadas a essa composição do concreto, principalmente devido às restrições de materiais por abrangência territorial.

No Brasil, em razão da variação mineralógica em determinadas regiões, não é fácil encontrar alguns recursos naturais importantes para a produção de concreto. Nesse contexto, para este estudo, destaca-se a brita granítica, um agregado graúdo que se demonstra escasso em algumas regiões brasileiras. Como consequência, pode ocorrer o encarecimento do material devido a custos logísticos e de produção. Entretanto, como solução para a escassez da brita e de forma a viabilizar a produção de concreto, têm sido utilizados os seixos rolados em substituição da brita.

Em detalhamento sobre os componentes do concreto, destaca-se que, quando ocorre a mistura de cimento com água, tem-se uma pasta após uma reação química. Em seguida, com a adição do agregado miúdo, gera-se a argamassa. Por fim, com a mistura do agregado graúdo à argamassa, forma-se o concreto. Importante ressaltar que a água deve ter qualidade elevada e semelhante à água para consumo humano e, quanto aos aditivos químicos, o uso deve ser guiado por cautela rigorosa, haja vista que esses elementos causam modificações significativas de características no concreto (LIMA; BARBOZA; GOMES, 2003; NEVILLE, 2016; SALGADO, 2014).

Este presente trabalho tem como principal objetivo principal comparar as principais características do concreto convencional de rocha granítica e o de seixo rolado com uso de fibras de polipropileno, com enfoque sobre a resistência, trabalhabilidade e durabilidade do mesmo quanto suas características físico-químicas. Portanto vem descrever sobre o concreto na sua forma tradicional, sua composição normas e tecnologia de produção, levantar o estado da arte quanto à alternativa de concreto com seixo rolado e fibras de polipropileno; e por fim reunir aspectos sobre as principais características diferenciadoras e resistências relacionadas ao concreto convencional.

A referida solução não ocorre através da simples substituição de agregados. Diferentemente da brita, os seixos possuem formato arredondado e, por isso, podem gerar resistência distinta da ideal, tornando necessário o aprofundamento sobre a sua aplicação em concreto. Nesse aspecto, é possível verificar na literatura estudos pautados em inovações para o concreto, como aqueles que se enfocam no aspecto dosagem de componentes e na inserção de materiais para repercutir em propriedades adequadas. Como exemplo, há a possibilidade de uso de fibras de polipropileno em concreto com seixos rolados para gerar melhores resultados de resistência. Levando em conta as explanações das linhas anteriores, apresenta-se que este trabalho consiste na proposta de realização de estudo comparativo sobre o concreto convencional e o com uso de fibras poliméricas com agregado graúdo formado de seixos rolados. Para tanto, intenta-se realizar um levantamento bibliográfico, com enfoque sobre pesquisas já realizadas e publicadas envolvendo experimentos principalmente. Com o estudo, é almejado abordar sobre os dois tipos de concreto, suas composições e principais propriedades, especialmente a resistência.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O estudo a ser desenvolvido se classifica como pesquisa descritiva quanto os objetivos, possui abordagem qualitativa e, quanto ao método a ser adotado, consiste em uma revisão de literatura. Sobre essa classificação de pesquisa descritiva e qualitativa, Gerhardt e Silveira (2009) lecionam que não é almejada representatividade numérica, mas sim o aprofundamento do objeto de estudo, que, por sua vez, exige que o pesquisador reúna o máximo de informações sobre o que está em estudo. Adicionalmente, sobre a pesquisa bibliográfica, Prodanov e Freitas (2013) explicam que está se desenvolve em torno de materiais já publicados, que podem advir de livros, trabalhos acadêmicos, artigos de periódicos, dentre outras fontes.

Em mais detalhes, informa-se que a revisão de literatura ocorrerá através do levantamento de abordagens em livros sobre o concreto na construção civil, com enfoque sobre aqueles que versam sobre propriedades e tecnologia do material objeto de estudo. Dentre os autores clássicos no tema, citam-se preliminarmente Neville (2015) e Petrucci (1987), mas serão buscados outros autores e pesquisadores. Ademais, a partir do portal da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), serão consultadas as normas brasileiras relacionadas ao concreto, principalmente no que tange à sua composição, em que se exemplifica a NBR 7211 - Agregados para Concreto (ABNT, 2019a).

Ademais, há diversas outras normas que versam sobre propriedades do concreto e ensaios relacionados, sobre os quais é fundamental que os engenheiros civis tenham conhecimento. Algumas dessas propriedades são a massa específica, resistências e módulos de elasticidade. A importância desse conhecimento é respaldado, por exemplo, pelas seguintes normas: NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2018); NBR 8522 - 1 - Concreto endurecido – determinação dos módulos de elasticidade e de deformação parte 1: módulos

Como importante parte de coleta de dados com o levantamento bibliográfico, será feito a busca de estudos já publicados que abordem sobre concreto convencional e concreto de seixo rolado com fibras de polipropileno. Desta forma, artigos científicos serão pesquisados em bases de dados oficiais, como a Scientific Electronic Library Online (SCIELO), o Portal de periódicos da CAPES e o Google Acadêmico. Também serão analisadas pesquisas em dissertações de mestrado e teses de doutorado, as quais serão levantadas pela base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Para uso das bases de dados citadas, serão utilizadas como palavras-chave “concreto”, “concreto convencional”, “concreto com seixo rolado”, “agregados para concreto”, “concreto com fibra de polipropileno”, dentre outras. Como importantes filtros de materiais, serão adotados o ano de publicação a partir de 2012, correspondendo à última década de estudos, e o idioma português para reunião de estudos brasileiros. Esse período de dez anos será utilizado devido ao tema do uso de fibras de polipropileno em concreto ainda ser um tema relativamente incipiente no Brasil.

Seguindo os preceitos de revisão de literatura, os materiais a serem reunidos para estudo serão analisados pelo pesquisador para recorte de abordagens relevantes no que se trata da comparação entre concreto convencional e o de seixo rolado reforçado com fibras de polipropileno. As considerações teóricas serão compiladas e sintetizadas, formando novos textos e de forma a propiciar uma leitura adequada para compreensão conforme os propósitos do estudo.

2.2 Resultados e discussão

Fazendo parte da construção civil, o concreto é gerado da mistura de um aglomerante (cimento Portland) com água e agregados graúdos e miúdos, em que também pode ocorrer a inserção de aditivos químicos e minerais. Com essa mistura, o concreto se forma como uma peça com propriedades estruturais que o torna adequado ao uso em elementos construtivos, como em vigas, pilares, lajes, dentre outros. Essas aplicações estruturais se devem ao espaçamento entre as moléculas se contraírem na formação do concreto, tornando todos os espaços preenchidos e gerando uma distribuição granulométrica eficaz e coesa após o endurecimento. Assim, o material atende quanto a determinados requisitos de resistência (LIMA et al. 2014; NEVILLE, 2016; SALGADO, 2014; PETRUCCI, 1987).

O presente trabalho vem por meio de diferentes pesquisas e estudos se embasar para fomentar por meio destes novos estudos a respeito do tema transcrito e nesse contexto da importância e relevância que este artigo vem contribuir para que este venha ser avaliado quanto a sua variabilidade em agregados graúdos. Buscando desta forma contribuir para análises futuras, de forma que se possa comparar o grau de resistência e durabilidade do concreto feito com pedra britada e concreto com seixo rolado.

Para muito além das especificidades e conceitos muitos autores e pesquisa corroboram que o presente tema avaliativo comparativo das principais técnicas empregadas da produção do concreto dependesse muito da região, onde por muitas vezes a oferta de pedra britada, encarecendo o preço da mesma em relação a transporte. Já em relação as suas características mineralógicas e características físico químicas muitos autores divergem entre si:

De acordo com Grossi (2020), o uso do seixo rolado pode ser uma alternativa viável na produção de concreto onde não existe oferta britada, e que este possui certa vantagem em relação a características de trabalhabilidade para o concreto em condições de igualdade, e por não apresentar pontos de concentração de tensão junto as arestas, como as observadas nas britas. Entretanto, a preferência pelas rochas britadas se dá, na maior parte do Brasil, pelo fato das pedreiras se encontrarem próximas aos centros consumidores, evidenciando maior viabilidade econômica, sem prejuízo à qualidade. Os seixos podem apresentar, com mais frequência, em sua composição, constituintes deletérios com relação à reação álcali-agregado do que outros tipos de agregados, mas esse fato está longe de inviabilizar seu uso, desde que medidas preventivas sejam adotadas.

Já de acordo com Botelho (2013), que do ponto de vista técnico o seixo rolado tem mais vantagens que a pedra britada, pois a sua forma e chamada “forma de situação que confere maior resistência a mesma, pois por muito rolar, o seixo perde sua forma mais fraca”.

É importante realçar que há em várias regiões do Brasil fontes de mineração para pedras britas, porém em algumas áreas as rochas específicas são de difícil acesso, sendo geralmente cobertas por mantos sedimentares, como ocorre em várias áreas da Região Norte. Como alternativa à pedra granítica, pode ser utilizado o seixo rolado em diferentes regiões do país. O seixo tende a apresentar menor custo quando comparado com a brita, e é justamente esse fator que tem contribuído para o ganho de notoriedade do seixo para a produção de concreto (GUIMARÃES; OLIVEIRA JÚNIOR, 2019; OLIVEIRA JÚNIOR; PIMENTEL; PIKANÇO, 2019).

No que concerne às características físicas dos agregados graúdos em abordagem, Guimarães e Oliveira Júnior (2019) descrevem que a brita granítica apresenta maior par-

cela de grãos irregulares, com arestas marcadas e rugosidade expressiva na superfície. Já quanto ao seixo rolado, os formatos são geralmente arredondados e com superfície lisa. Essas características influenciam na produção de concreto e, por isso, requerem atenção na dosagem. Para demonstrar isso, há os estudos de Maia (2015), em que ficou claro que concretos com brita demandaram maior volume de água do que os concretos com seixos. Além disso, os concretos com brita tiveram que receber mais aditivos para alcançar resistências adequadas.

Em sua pesquisa envolvendo concreto convencional com brita granítica e concreto com seixo, Guimarães e Oliveira Júnior (2019) verificaram que é possível utilizar o seixo em aplicações de concreto até determinada exigência de resistência. Nesse aspecto, os autores destacam que a brita possui valores de resistência mais elevados em relação ao seixo, porém, este último ainda é uma boa alternativa em situações em que níveis de resistência mais baixos podem ser atendidos e quando não for possível maior investimento financeiro, sem ocorrer afastamento de normas.

Muitos autores concordam em que o seixo rolado é uma alternativa viável quando ao não comprometimento no despenho do seu papel de cobertura da armadura e formação das peças em grandes blocos de estruturas mais robustas e grandes estruturas, porém há de se dar enfoque para seu grau de resistência quando submetidas a esforços mecanismos comumente ligados a esse tipo de estruturas.

Em um artigo científico apresentado em um simpósio de TCC, realizado em parceria entre as instituições, Finon e Tecsoma (2019) concluem que: nas atuais obras da construção civil o concreto mais utilizado tem como principal material granular a brita calcária, mas como foi identificado através desse estudo, existe, também, um material com boas características para uso no concreto, o seixo rolado, apresentando uma resistência aproximada ao concreto feito com brita. Pode-se observar que o concreto foi produzido em betoneira estacionária para ambos os testes, de acordo com os traços mencionados nesse trabalho, tendo o cuidado com o peso de cada material utilizado, assim como a ordem dos materiais colocados na betoneira, o processo de confecção dos corpos de provas e teste realizado em laboratório, obedecendo as normas que regem as atividades acima. De acordo com os resultados obtidos para os testes tanto para o concreto produzido com seixos rolados quanto para o produzido com brita se mostrou satisfatório, tendo em vista a resistência de projeto de 34 Mpa, obtendo resultados aproximados para ambos, sendo aos 28 dias uma resistência para o concreto com brita de 27,7 Mpa e o de seixos rolados de 26,7 (JESUS et al., 2019).

Em recente estudo publicado junto a ao site “NEO IPSUM”, em 2020, o engenheiro Pedro Furlanetto neto ressalta em sua pesquisa o fato dos seixos possuem aspecto relativamente liso, esta característica lhe é conferida por serem pedaços de rochas que sofreram lavagem e lixiviação por corpos hídricos.

Furlanetto (2020) explica que a resistência do seixo, assim como da brita, é determinada por sua composição mineralógica, não sendo um problema para o concreto. Devido seu aspecto arredondado o seixo rolado gera uma série de indagações sobre sua real resistência diante de esforços mecânicos que lhe é apresentada. O fato de a superfície ser lisa prejudica a aderência entre os materiais, reduzindo a resistência do concreto e facilitando a ocorrência de patologias como exsudação e segregação dos elementos que o compõe.

Ainda de acordo com a presente pesquisa realizada pela instituição de pesquisa “NEO IPSUM” juntamente com a centro brasileiro da construção em aço, nota-se que o uso de seixos na produção do concreto, confere uma resistência à compressão inferior a obtida com brita, se baseando na metodologia de dosagem da ABCP.

No geral, um concreto produzido com seixos rolados se apresenta “mais fraco” que o

concreto tradicional, em contrapartida, é necessário um menor fator água/cimento para que a mistura apresente boa trabalhabilidade. A redução do uso de água, também reduz a incidência de poros, o que tende a formar uma estrutura com maior durabilidade.

Sobre os agregados, Neville (2016) chama a atenção para o fato destes comporem cerca de 75% do volume de concreto. O autor destaca que, se os agregados forem de baixa qualidade, podem ocorrer impactos negativos na resistência do concreto e, por conseguinte, no resultado em termos de durabilidade do que for executado com esse concreto. Como os agregados geralmente possuem custos inferiores ao de cimento, é mais estratégica a sua utilização para reduzir o volume da necessidade de cimento. Contudo, o autor assevera que essa economia não é o único ponto positivo dos agregados, pois estes também possuem propriedades interessantes para o concreto, ao propiciarem volume mais estável e ganho de durabilidade em relação à pasta de cimento hidratada.

De acordo com a norma brasileira sobre agregados para concreto, estes podem ser categorizados como miúdos ou graúdos. Na primeira classificação, os grãos conseguem passar por uma peneira de malha de 4.75 mm; enquanto na segunda, os grãos passam por malha de 75 mm, mas não na malha de 4.75 mm. O agregado miúdo é obtido de bancos de areias ou de leitos ou margem de rios, devendo ser livres de impurezas, sendo que o mais comum é a areia natural quartzosa. Porém, a areia também pode ser obtida artificialmente da britagem de rochas de agregado graúdo (ABNT, 2019a; LIMA; BARBOZA; GOMES, 2003; SALGADO, 2014).

Salgado (2014) explica que o agregado graúdo mais comum é chamado de pedra britada, bastante conhecida como “brita”, podendo ser gerada de cascalhos, granitos, basaltos, dentre outras fontes mineralógicas, mas a forma mais comum é da trituração de pedras de granito. O autor complementa que outro tipo de agregado graúdo consiste nos seixos, provenientes de leitos de rios. Nesse tema, o autor alerta que os agregados graúdos devem ser inspecionados laboratorialmente quanto às suas características e resistência, principalmente os seixos.

Tendo em vista o exposto quanto às possibilidades de uso de materiais para a geração de concreto e os consequentes resultados em características, ressalta-se que a produção deste compósito deve se iniciar com o estudo da dosagem. Esta é o processo que visa melhor selecionar os materiais componentes do concreto em termos de requisitos e quantidade, visando um concreto com determinadas características, geralmente relacionadas à resistência e trabalhabilidade. Há diversos métodos de dosagem na literatura que podem ser adotados, mas todos possuem o mesmo propósito geral (LIMA; BARBOSA; GOMES, 2003; RESENDE, 2021).

Em uma breve análise técnica sobre uma pesquisa realizada por Mendes (2012) percebe-se que o trabalho fora desenvolvido, a partir de dois agregados graúdos, brita 0 e seixo rolado, juntamente com os agregados miúdos, areia e pó de pedra em diferentes composições para a fabricação de blocos de concreto estruturais de classe C segundo classificação pela ABNT NBR 6136:2007. O trabalho tinha como objetivo avaliar a influência dos agregados nas propriedades mecânicas e características micro estruturais do bloco e, então, determinar a composição que melhor atende às especificações do produto sabendo-se que o tipo de agregado utilizado está diretamente relacionado com o grau de compactação do concreto a ser moldado.

Por serem matérias-primas relativamente baratas, principalmente quando comparados ao cimento, e por não reagirem quimicamente com o mesmo, os agregados são considerados componentes inertes do concreto. Apesar disso, tem-se o conhecimento de que as características dos agregados influenciam decisivamente nas propriedades dos

blocos de concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2006). De acordo com Medeiros (1993), a qualidade dos agregados é fundamental para obtenção das propriedades dos blocos de concreto. As características desses materiais podem interferir na aderência com a pasta de cimento, alterando a homogeneidade e a resistência do concreto obtido. Algumas características dos agregados influem decisivamente nas propriedades finais do concreto obtido como a porosidade, forma, textura, módulo de elasticidade, resistência à compressão, absorção de água, distribuição granulométrica, entre outras. A relação entre essas características e as propriedades finais do concreto pode ser descrita em três categorias definidas por Mehta e Monteiro (2006):

Resistência à Compressão, Resistência à Abrasão, e Módulo de Elasticidade A resistência à compressão, a resistência à abrasão e o módulo de elasticidade dos agregados são propriedades inter-relacionadas, que são muito influenciadas pela porosidade. Os agregados naturais, comumente usados para a produção de concreto normal, são geralmente densos e resistentes. Quanto a rochas sedimentares, a porosidade varia numa faixa mais larga, e da mesma forma a sua resistência à compressão e características relacionadas, sendo estas mais baixas (MEHTA; MONTEIRO (2006)

De acordo Furtado (2020) cabe ressaltar que as principais capitais do Norte do Brasil, Manaus, Belém e Rio Branco, bem como grande parte da área do estado do Amazonas, não são cobertas por rochas, isto é, elas não afloram à superfície. Destaca-se, então, nessas áreas o uso de seixo rolado para serem empregados como agregados para concreto. Em Manaus, por exemplo, estima-se em 90% o uso desse tipo de agregado. Existem poucas ocorrências de rochas com potencial de usar as britas, tão tradicionais no restante do País. As pedreiras localizam-se longe dos maiores centros consumidores, restando, portanto, a opção do emprego de seixo rolado, dragado do fundo dos rios.

Devido ao rigor necessário sobre a segurança estrutural na construção civil, existe um conjunto de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que regem a produção e uso do concreto no país. Para citar algumas dessas normas, tem-se as seguintes normas brasileiras (NBRs): NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento (ABNT, 2022).; NBR 7211 - Agregados para Concreto – Especificação (ABNT, 2019a); NBR 15900-1 – Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos (ABNT, 2009); e NBR 11768-1 - Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 1: Requisitos (ABNT, 2019b).

Ademais, há diversas outras normas que versam sobre propriedades do concreto e ensaios relacionados, sobre os quais é fundamental que os engenheiros civis tenham conhecimento. Algumas dessas propriedades são a massa específica, resistências e módulos de elasticidade. A importância desse conhecimento é respaldado, por exemplo, pelas seguintes normas: NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2018); NBR 8522 - 1 - Concreto endurecido – determinação dos módulos de elasticidade e de deformação parte 1: módulos estáticos à compressão (ABNT, 2021); e NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento (ABNT, 2014).

Em detalhamento sobre os componentes do concreto, destaca-se que, quando ocorre a mistura de cimento com água, tem-se uma pasta após uma reação química. Em seguida, com a adição do agregado miúdo, gera-se a argamassa. Por fim, com a mistura do agregado graúdo à argamassa, forma-se o concreto. Importante ressaltar que a água deve ter qualidade elevada e semelhante à água para consumo humano e, quanto aos aditivos químicos, o uso deve ser guiado por cautela rigorosa, haja vista que esses elementos causam modificações significativas de características no concreto (LIMA; BARBOZA; GOMES, 2003; NEVILLE, 2016; SALGADO, 2014).



Segundo Balbo (2009) e Salgado (2014), uma forma de melhorar as características de resistência do concreto em seu estado endurecido se trata da adição de fibras, que podem ser geradas de distintos produtos, destacando-se as de aço e as de polipropileno. Assim, concretos com fibras tendem a ser mais resistentes à tração e ao impacto, além de serem mais duráveis e com menos possibilidade do surgimento de fissuras. Nesse contexto, Monteiro (2017) complementa que, com esse tipo de reforço, os concretos passam a ter duas fases distintas essenciais, que abrangem a própria matriz do concreto e uma secundária formada pelas fibras.

Sobre as fibras poliméricas com vistas ao reforço de concreto, Lucena (2017) aborda em sua pesquisa que há um crescimento deste uso. Destas fibras, há destaque para as de polipropileno, que têm como vantagens principais o elevado ponto de fusão, resistência a álcalis, o custo relativamente baixo e o reduzido peso específico quando comparado com fibras de outros materiais. Por outro lado, o autor traz como pontos negativos a baixa resistência ao fogo, a sensibilidade à luz solar e o reduzido módulo de elasticidade.

Em termos mais técnicos, Lima et al. (2014), Monteiro (2017) e Resende (2021) explicam que a inserção de fibras de polipropileno no concreto pode gerar a redução do fenômeno de exsudação, maior controle da fissuração plástica por mudança de volume, a diminuição do risco de lascamento de camadas por altas temperaturas, além de aumentar a resistência ao impacto.

Nos estudos de Assunção et al. (2021), o uso e fibras de aço no concreto se demonstrou mais satisfatório quanto a aspectos de resistência quando comparado com o uso de fibras de polipropileno. Entretanto, os autores observaram as vantagens do uso das referidas fibras poliméricas que são apontadas na literatura, destacando a estratégia do uso de fibras de polipropileno em concreto para uso em ambientes mais agressivos, pois as fibras desse polímero são quimicamente inertes.

Ademais, Venâncio e Gonçalves (2014) realizaram estudo experimental para comparar resistência à compressão de blocos de concreto com seixo rolado e com fibras de polipropileno. Os autores verificaram que determinados teores de fibras não geraram resistência adequada, mas houve resultado satisfatório em ensaios com teor de 2kg/m^3 . De acordo com esse estudo, ficam evidenciados direcionamentos para que o tema seja aprofundado.

Observa-se através deste artigo que o concreto está presente em uma considerável quantidade de construções pelo mundo, tanto naquelas já construídas há décadas, como também nas que estão em execução. As características de trabalhabilidade desse material durante a sua produção, bem como a solidez do resultado, conferem resistência e durabilidade nas edificações de diferentes portes. Portanto, devido à sua considerável importância na construção civil, é fundamental que o concreto esteja sob contínuos estudos visando a sua melhoria enquanto material, principalmente no que diz respeito a inovações tecnológicas referentes à sua composição.

Pretende-se com o presente estudo ratificar que são oportunas as pesquisas que abrangem alternativas de uso do concreto com seixo rolado e fibras a fim de elevar a resistência do material, pois esta propriedade pode ser uma das principais questões quando se desenvolve comparações com o concreto convencional. Quando são realizados estudos nesse tema, além dos resultados finais, infere-se que é proporcionada uma série de aspectos importantes para o conhecimento profissional do engenheiro civil, tais como materiais, dosagem, procedimentos experimentais, tecnologias do concreto, dentre outros temas relacionados. Desta forma, podem ser abertas lacunas para novas pesquisas no sentido de melhoria contínua quanto ao concreto convencional e ao concreto reforçado.

Em específico sobre o concreto de seixo rolado, como alternativa ao uso de brita, e com

uso de fibras de polipropileno, pode-se avançar quanto à solução do suprimento da escassez de materiais em algumas regiões do país e contribuir para a redução de custos. Convém sublinhar que essa alternativa também pode ser considerada como ambientalmente adequada, pois pode reduzir impactos ambientais na extração de pedras graníticas em áreas de difícil acesso, trazendo a ótica da sustentabilidade para o tema. Com o exposto, tem-se várias contribuições teóricas que o estudo pode fornecer para o contexto acadêmico-profissional e que podem se refletir em contribuições práticas para a sociedade como um todo.

3. CONCLUSÃO

Tendo em vista a proposta do estudo, é importante compreender as variabilidades de concreto em território nacional levando em conta a heterogeneidade do território brasileiro, onde em algumas regiões do país alguns agregados são de difícil acesso. Através de pesquisas bibliográficas como referência obtivemos tais resultados para a possível contribuição de se compreender a diferença entre o concreto convencional e o concreto com seixo rolado com adição de fibras poliméricas.

Para níveis de resultados comparamos as principais características do concreto convencional de rocha granítica e o de seixo rolado com uso de fibras de polipropileno, com enfoque sobre a resistência. Podemos descrever sobre o concreto na sua forma tradicional, sua composição, normas e tecnologia de produção, levando em consideração o estado da arte quanto à alternativa de concreto com seixo rolado e fibras de polipropileno. E através das mesmas referências e estudos, reunimos aspectos sobre as principais características diferenciadoras e resistências relacionadas ao concreto convencional e o de seixo rolado com uso de fibras de polipropileno.

Nota-se através da proposta da presente pesquisa, que é importante compreender sobre o concreto convencional e a forma alternativa com seixo rolado e fibras poliméricas. Em discussões sobre a referida alternativa, a questão central geralmente está sobre o aspecto da resistência em virtude da importância de se obter um concreto adequado para a construção civil. Assim, sintetiza-se como problema de pesquisa para esta proposta de estudo: quais as principais distinções em termos de resistência entre o concreto convencional de rocha granítica e o concreto de seixo rolado com uso de fibras de polipropileno?

Para além das especificidades e conceitos este presente estudo tem como conclusão de que são necessários mais estudos que possam fomentar e contribuir para este problema pois além dessa substituição pode diminuir o grau de resistência, podemos também citar o aspecto ambiental devido ao seixo rolado se tratar de um mineral que por muitas vezes é extraído de leitos, e margens de rios de algumas regiões.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768-1**. Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**. Concreto de cimento Portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1**. Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**. Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.



- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**. Agregados para Concreto – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2019a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522 – 1**. Concreto endurecido – determinação dos módulos de elasticidade e de deformação parte 1: módulos estáticos à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSUNÇÃO, W. R. et al. Análise estatística do comportamento mecânico de concreto híbrido reforçado com aço e fibras de polipropileno. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 2684-2704, 2021.
- BALBO, J. T. **Pavimentos de concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Concreto Armado Eu Te Amo**, Vol. 1 – São Paulo, 2013. Cap. 14. Editora: Blucher
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GROSSI, M. V. **Concreto e construções**. http://ibracon.org.br/site_revista/concreto_construcoes. 2020.
- GUIMARÃES, F. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. S. Curvas de dosagem para concreto convencional produzido com materiais da região de Porto Nacional (TO). **Engineering Sciences**, v. 7, n. 2, p. 40-52, 2019.
- JESUS, Antônio Josiel; FILHO, Fernando Silva; MEDEIROS, Flávio Eduardo Rodrigues; CORREA, William: **COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO PRODUZIDO COM SEIXOS ROLADOS E DO CONCRETO PRODUZIDO COM BRITA**. Anais do 1º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2019; 582-603
- LIMA, C. I. V. et al. Concreto e suas inovações. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 1, n. 1, p. 31-40, 2014.
- LIMA, F. B.; BARBOZA, A. S. R.; GOMES, P. C. C. **Produção e controle de qualidade do concreto**. Maceió: UFAL, 2003.
- LUCENA, J. C. T. **Concreto reforçado com fibras de polipropileno: estudo de caso para aplicação em painel alveolar de parede fina**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- MAIA, C. T. **Concretos fabricados com agregados graúdos disponíveis em Santarém e região oeste do Pará**. 2015. 63f. Dissertação (Mestrado Profissional em Processos Construtivos e Saneamento Urbano) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.
- MENDES, V.A. **Estudo comparativo das propriedades mecânicas e estruturais de blocos de concreto produzidos com brita ou seixo rolado**. projeto de monografia apresentado junto a UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA – EEL-USP, São Paulo 2012.
- MONTEIRO, H. B. S. **Estudo das propriedades mecânicas residuais do concreto de alta resistência submetido a altas temperaturas**. 2017. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2017.
- NETO, P.F ; MENDES, C. **Seixo rolado no concreto: tudo que você vai precisar**. Revista eletrônica <https://neoipsum.com.br/>.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Tradução: Ruy Alberto Cremonini. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. A.; PIMENTEL, M. G.; PIKANÇO, M. S. Propriedades mecânicas e análise microestrutural de um concreto produzido com agregado da região Amazônica brasileira. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 24, 2019.
- PETRUCCI, E. G.R. **Concreto de cimento Portland**. 11. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RESENDE, H. F. **Estudo da influência das elevadas temperaturas sobre as propriedades mecânicas residuais e a durabilidade do concreto de alta resistência com e sem adição de fibras de polipropileno**. 2021. 138f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2021.
- SALGADO, J. C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas: da implantação ao acabamento**. São Paulo: Érica, 2014.
- VENÂNCIO, D. S.; GONÇALVES, D. J. Análise da resistência à compressão em blocos estruturais de concreto com adição de fibra de polipropileno. **Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR**, v. 1, ano 3, fev., 2014.

27

QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*QUALIFICATION OF THE LABOR FORCE IN THE
CONSTRUCTION*

Dalton Carlos Penha Andrade Junior

Resumo

A indústria da construção civil é um setor importante na economia do Brasil e está passando por um processo de mudanças sistemáticas, é um grande gerador de empregos diretos e indiretos. Com inovações constantes em todos os seus processos vem evoluindo de forma rápida com a globalização e o passar dos anos, porém a mão-de-obra não está acompanhando na mesma velocidade. Os trabalhadores desse setor, que atuam diretamente nas construções, por vezes, não possuem qualificação suficiente para se organizarem e buscarem seu aprimoramento e formação que a área necessita. A construção civil acompanha a evolução do homem tendo sua própria adaptação às necessidades que surgiram com o tempo. De uma época em que o homem se adaptava ao meio em que vivia aos dias de hoje, a construção se reinventou utilizando por base o conhecimento humano. Uma das ferramentas de sucesso da construção civil, está justamente no fator humano, pois dele nascem as ideias e a possibilidade da sua execução. Partindo desse princípio, o principal objetivo desse trabalho é identificar a importância de uma mão de obra qualificada para um melhor desempenho na construção civil.

Palavras-chave: Mão de obra na construção civil; Qualificação da mão de obra; Importância da mão de obra qualificada.

Abstract

The civil construction industry is an important sector in Brazil's economy and is undergoing a process of systematic changes. It is a great generator of direct and indirect jobs. With constant innovations in all its processes it has been evolving rapidly with globalization and the passing of the years, but the labor force is not following at the same speed. The workers in this sector, who work directly in the constructions, sometimes do not have enough qualification to organize themselves and seek the improvement and training that the area needs. Civil construction follows the evolution of mankind and has its own adaptation to the needs that have arisen over time. From a time when man adapted to the environment in which he lived to the present day, construction has reinvented itself based on human knowledge. One of the tools for success in civil construction is precisely the human factor, because ideas and the possibility of their execution are born from it. Based on this principle, the main objective of this work is to identify the importance of a qualified workforce for a better performance in civil construction.

Keywords: Labor in civil construction; Labor qualification; Importance of qualified labor.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil recebe anualmente uma enorme quantidade de novos trabalhadores, através de empregos diretos ou indiretos, sendo de suma importância para a economia do país. No entanto, a maioria deles começam a trabalhar sem possuir conhecimento ou vivência em obras, e/ou algumas vezes com conhecimentos ultrapassados que foram passados ao longo das gerações pelos seus familiares, que também exerciam a função de pedreiros anteriormente.

Faz-se necessário salientar que atualmente a construção civil está se modernizando e buscando cada vez mais resultados favoráveis no que tange a economia e eficiência em obra, mas na maioria das vezes o custo e a alta rotatividade de trabalhadores fazem com que as empresas percam o interesse em investir em uma capacitação de qualidade para seus colaboradores.

Este trabalho visa analisar a importância e a razão da contratação da mão-de-obra qualificada na construção civil, ponderando o desejo destes operários pela busca de capacitação em suas áreas de atuação e buscando entender o que faz com que os empresários não tenham interesse em investir em cursos e parcerias para promover conhecimento a seus funcionários.

O presente artigo busca destacar a importância da qualificação da mão de obra na indústria na construção civil, apresentar a construção civil como contratante de mão de obra, levantar referências bibliográficas acerca do campo de trabalho e especificar fatores primordiais referentes à qualificação para a contratação de mão de obra.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Trata-se de uma referência bibliográfica, na qual iniciou-se com pesquisas de livros e artigos que abordassem o assunto e dessem um embasamento mais fundamentado acerca do tema de pesquisa, resultando na elaboração do presente projeto de pesquisa. Este trabalho foi fundamentado em obras dos últimos 10 anos, utilizando de livros, artigos e obras acadêmicas, pesquisados em bibliotecas virtuais, conforme as recomendações impostas. As palavras-chaves desta pesquisa são: Mão de obra na construção civil; Qualificação da mão de obra; Importância da mão de obra qualificada.

2.2 Resultados e Discussão

O setor da construção civil é de grande destaque na geração de empregos diretos e indiretos, influenciando de maneira significativa na economia. Entretanto, o setor lidar com diversos desafios por não possuir um progresso linear durante os processos de desenvolvimento de todas as etapas, se distinguindo de forma relevante de outras indústrias de produção. A construção civil é composta de diversas variáveis que podem influenciar na produtividade e na qualidade final, gerando a ter mesmo uma maior duração e custos adicionais.

Partindo do exposto, uma maior qualificação na mão de obra no que diz respeito a melhora dos processos construtivos para atingir melhores resultados de produtividade,



mitigando as variáveis existentes, se torna de essencial relevância para atender as necessidades atuais, diante uma realidade com aspectos ainda bastante tradicionais.

Segundo, Gonçalves e Cardoso (2005) e Freire e Beraldo (2003), o processo de construção é ainda bastante primitivo, ou seja, apesar das evoluções tecnológicas que ajudariam na qualificação da mão de obra, muitas empresas ainda se mantêm em sistemas arcaicos que condicionam as execuções a uma baixa efetividade, visto que os seus colaboradores não recebem treinamentos e conhecimentos especializados para assim executar suas funções de maneira eficaz.

A grande maioria dos trabalhadores da construção civil é adquirido pelas empreiteiras e construtoras, dentre os qualificados e os não qualificados. No entanto, uma parte dessas pessoas são adquiridas pelo mercado de pequenas construções e reformas. Pessoas que detêm alguma ou uma quantidade escassa de experiência na área, terminam sendo contratadas pelo proprietário. Incentivados na profissão por colegas mais experientes, a cultura da população brasileira de contratar trabalhadores não possuem qualificação na construção civil, impulsiona o mercado da informalidade.

Segundo Nidia Caldas (2017), saber identificar um profissional com o perfil adequado deve também estar na mente dos recrutadores na ocasião da seleção. Uma vez que, o resultado de um colaborador capacitado apresenta-se com mais rapidez para a empresa o valor que foi investido, mesmo não sendo possível mensurar com precisão o retorno do investimento sobre uma capacitação.

Há vários pontos que devem ser considerados antes de se optar por profissionais com baixa qualificação. Ainda Segundo Nidia Caldas (2017):

Empregados qualificados dão agilidade à execução de tarefas, contribuem com a multiplicação de conhecimentos, propõem soluções para problemas decorrentes de processos mal desenhados. Ou seja, valem o investimento feito. No caso de a empresa incorporar uma pessoa menos qualificada no seu quadro de empregados, haverá maior probabilidade de atividades serem refeitas diversas vezes, conseqüentemente o tempo de execução aumenta e a produtividade cai. No caso de pessoas sem qualquer qualificação, ainda há o risco de insatisfação do contratante e conseqüente demissão do empregado implicando em gastos com rescisão contratual e com um novo processo seletivo.

O setor da construção civil segue crescendo e se desenvolvendo economicamente de modo notável, principalmente nas duas últimas décadas. Ainda assim, as informações aprendidas nas teses e dissertações pesquisadas por Almeida et al. (2012) sugerem que, comparado aos demais setores industriais, o movimento de modernização na indústria da construção civil é ainda bastante incipiente, permanecendo como um setor onde são marcantes as disparidades quanto à qualificação formal.

Em uma pesquisa realizada pela CNI – Confederação Nacional da Indústria – e pela CBIC, apontou que as empresas da construção civil enfrentam uma grande dificuldade com a falta de colaboradores qualificados e também em encontrar profissionais com a qualificação básica, como serventes e pedreiros (CNI, 2012).

Pesquisas apontam que a falta de mão de obra qualificada, dificulta a eficiência e qualidade no cumprimento do cronograma no canteiro de obra. A grande rotatividade e pouca qualidade da educação básica são as dificuldades que as empresas têm quando decidem qualificar os trabalhadores (CNI & CBIC, 2011).

De acordo com Librelotto (2005), a construção civil é caracterizada por muitas pequenas empresas que utilizam recursos humanos com baixa qualificação profissional e elevada rotatividade (um colaborador permanece em média oito meses em uma empresa). Além do mais, a autora enfatiza que é um processo construtivo com características artesanais, contendo como entradas uma grande quantidade de recursos diferenciados e como saídas produtos únicos e ainda, em geral as empresas sofrem com um gerenciamento intuitivo e com intervenções governamentais na economia, levando-as a um ciclo de vida curto.

Um dos maiores desafios do setor da construção civil atualmente é a ausência de mão de obra qualificada, principalmente no momento atual, com o aparecimento de técnicas mais modernas de construção, fazendo com que profissionais atuantes da área, que não visam se atualizar e aprender novos meios tecnológicos, fiquem cada vez mais atrasados. De acordo com um estudo promovido pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), ao menos 74% das empresas de construção civil se deparam com adversidades na seleção de trabalhadores com qualificações necessárias para a ocupação de diversas vagas.

Hauser (2012) afirma que a indústria da construção civil é uma das áreas da indústria brasileira que concentra um significativo número de trabalhadores, sendo ela essencial para economia do país, tendo em vista sua grande capacidade de gerar empregos diretos e indiretos. Isso pode ser confirmado com o fato de a indústria da construção civil ter contribuído na última década com uma média de 8,2 % do produto interno bruto brasileiro (CBIC, 2020).

Conforme Moraes (1997), de acordo com a pesquisa realizada pela Escola Politécnica da USP, os tijolos utilizados na construção apresentam, aproximadamente, um percentual de perda de 9%. Porém, esse índice pode alcançar a 48%, conforme a qualidade do material e a qualificação da mão de obra (MORAES, 1997, p. 188).

As perdas na construção civil são consequências de uma ineficiência transmitida através do uso inadequado de equipamentos, mão de obra, materiais e capital em quantidades acima do necessário para a construção da obra, de forma a ocasionar prejuízo. Uma forma de reduzir os gastos na construção civil é através da coordenação para que seja realizada a redução do desperdício de materiais de construção em diversas etapas da construção, ou seja, desde a confecção de um projeto até a demolição de uma edificação (SILVA, 2019).

Neste sentido, Marcondes (2016) afirma que:

Diante de toda a legislação e normas vigentes sabe-se que a falta da qualidade nas construções é um problema que se relaciona muitas vezes aos materiais componentes e ao processo construtivo, o que reflete o desconhecimento às normas pelos profissionais que lidam com o assunto e a falta de cuidados na execução. Estudos indicam que cerca de 40% das manifestações patológicas nas edificações relacionam-se a obras mal construídas, ou seja, corresponde a execução da obra. As falhas de projetos representam 30% aproximadamente, enquanto a falta de manutenção da edificação – 20% e materiais de baixa qualidade – 10%. Observa-se que provavelmente exista uma relação dos números apresentados anteriormente com as características regionais da mão de obra. Por exemplo, em regiões onde existe escassez de mão de obra qualificada, provavelmente encontraremos maiores problemas nas edificações em decorrência da baixa qualidade (MARCONDES, 2016, p.10).

Além disso, a mão de obra desqualificada gerará o investimento financeiro acima do

necessário para a conclusão da obra, isso em qualquer etapa da construção, causando um grande aumento no preço final da obra e deixando clientes insatisfeitos, ainda que a obra esteja do seu gosto (SILVA, 2019).

Desta forma, o custo final de uma construção pode depender, em grande porcentagem, da mão de obra utilizada na obra e um treinamento feito com os funcionários poderá trazer benefícios tanto para o próprio trabalhador, quanto para o dono da obra, como: a redução do índice de acidentes nos canteiros de obra, a redução de perdas de materiais de construção e ainda reduzir o tempo para o término da obra (SILVA, 2019).

De acordo com Cavalcante (2010), o aumento da exigência por parte dos clientes, nos cumprimentos de entrega do produto final, com alta qualidade e nos prazos predeterminados, faz com que as empresas busquem trabalhar com uma mão de obra cada vez mais qualificada, visando elevar seus níveis de produtividade e qualidade das atividades, reduzindo os gastos o máximo possível, para que estas possam se manter em um nível competitivo no mercado.

Muitos são os problemas que envolvem os trabalhadores da construção civil, principalmente sobre a falta de qualificação de sua mão-de-obra. Por mais que o perfil do operário venha mudando lentamente, ainda são em sua maioria com baixa escolaridade, com condições ruins de trabalho, pouca valorização e elevado índice de rotatividade.

Diversos são os problemas que a construção civil enfrenta, sobretudo a falta de qualificação de sua mão-de-obra. Ainda que o perfil dos operários esteja mudando aos poucos, ainda são em sua grande porcentagem com escolaridade baixa, com condições insalubres de trabalho, pouco reconhecimento e elevado índice de rotativismo.

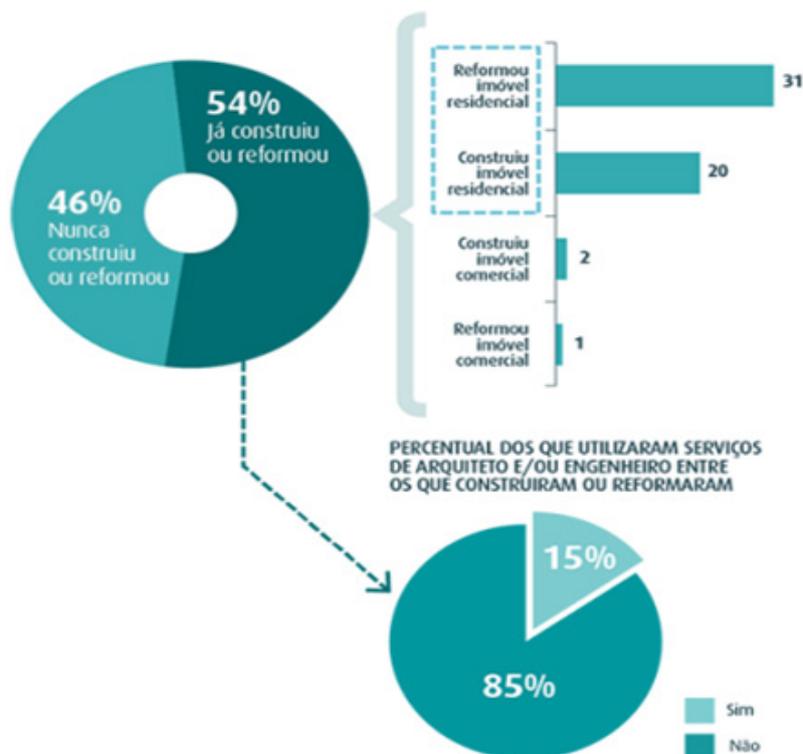


Figura 1 - Gráfico sobre contratação de profissionais em reformas ou construções.

Fonte: CAU/BR

Conforme Cintra e Pedroso (2010), existem duas causas que motivam o desligamento desses colaboradores: a primeira é pela dificuldade de adaptação no desenvolvimento das atividades, ou seja, justamente por não terem oferecido capacitação desses colabora-

dores a executar suas funções. E a outra causa é por motivos de necessidade da própria empresa.

Esses são alguns obstáculos para obtenção de mão de obra qualificada. Segundo Schwark (2006), a não qualificação impõe barreiras no que diz respeito a inovação no canteiro de obra e que para reversão dessa realidade são necessárias uma maior motivação, participação e treinamento dos envolvidos.

3. CONCLUSÃO

O avanço tecnológico que ocorreu na indústria da construção civil não ocorreu diretamente proporcional em sua mão-de-obra. A valorização profissional e incentivo a qualificação, não suprem a necessidade para atender a todos do setor, que detém a ideia de que para começar a trabalhar no setor não é preciso estudo e nem conhecer a profissão, pois acreditam que o aprendizado é feito no decorrer do dia-a-dia com outros trabalhadores. Atualmente empresas da construção civil já dispõem a conscientização da importância da qualificação da mão-de-obra em seu produto final. A competitividade no mercado fez com que a qualidade seja fator primordial e isso só proporciona ganhos para a empresa em qualidade, custos e produtividade. No entanto, ainda há uma escassez de mais mão-de-obra qualificada no setor para suprir as demandas.

Referências

- ANDREASSA NEVES, Suzana. **A qualificação da mão de obra para o aumento da produtividade em obras de construção civil**. 2014. 126 folhas.
- CALDAS, Nidia. **A importância da qualificação da mão de obra**. 2017. Análise dos setores econômicos no contexto Catarinense. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. 2017.
- CAVALCANTE, V. C. 2010. **Sistematização e incorporação de elementos gerenciais tácitos à linha de balanço de uma empresa para planejamento de edifícios altos**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2010.
- HAUSER, Marcus William. **Análise da qualidade de vida no trabalho em operários da construção civil da cidade de Ponta Grossa, utilizando o diagrama de corlett e manenica e o questionário quality of working life questionnaire** -. Ponta Grossa, 2012. Dissertação (Engenharia de produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012
- MORAES, Mauro César Barreto. 1997. **As perdas na Construção Civil: Gestão do desperdício – Estudo de Caso do Condomínio Costa Esmeralda**. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/77046/139298.pdf?sequence>>. Acesso em: 20 mai. 2022.
- SILVA, K. C. C. **A necessidade de qualificação da mão de obra para a técnica construtiva de paredes de concreto**. 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) Instituição Luterano de Ensino Superior de Itumbiara - GO, 2019.
- SUDA, Mariana. **A problemática da qualificação de mão de obra na construção civil**. 2018. Artigo (Especialização em MBA em Gestão de Obras e Projetos) Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, 2018.

28

SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
LABOR SAFETY IN THE CIVIL CONSTRUCTION

Inara Mendes Araujo

Resumo

O presente trabalho visa apresentar a importância da segurança do trabalho na construção civil, tendo como enfoque a necessidade de evitar acidentes através da utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's), no canteiro de obras. O tema foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica acerca do assunto. Os acidentes e doenças acarretam despesas elevadas, e apresentam fatores extremamente negativos para a empresa e para o trabalhador acidentado, por esse motivo é tão importante o uso de EPI's e EPC's, bem como obedecer às normas de segurança do trabalho para dar qualidade de vida aos trabalhadores e aos empregadores e assim tentar ao máximo evitar que tais danos sejam causados. Com a visão centrada na segurança do trabalho, a produção irá aumentar indiretamente, os acidentes no trabalho tendem a diminuir, pois a grande parte dos acidentes são causados por falta de conscientização, negligência e/ou imperícia do pessoal, utilizando de forma inadequada os meios disponíveis de trabalho para evitar tais acidentes.

Palavras-chave: Segurança do trabalho; acidentes na construção civil; uso de equipamentos de proteção.

Abstract

This paper aims to present the importance of work safety in civil construction, focusing on the need to avoid accidents through the use of Personal Protective Equipment (PPE's) and Collective Protective Equipment (CPE's) at the construction site. The theme was developed from a literature review on the subject. Accidents and diseases result in high costs, and present extremely negative factors for the company and for the injured worker. For this reason, it is so important to use PPE and CPE, as well as obey the rules of work safety to give quality of life to workers and employers, and thus try as much as possible to prevent such damage. With a vision focused on work safety, production will increase indirectly, accidents at work tend to decrease, because the great part of accidents are caused by lack of awareness, negligence and/or clumsiness of the personnel, using inadequately the available means of work to avoid such accidents.

Keywords: Occupational safety; accidents in civil construction; use of protection equipment.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho trata o tema da segurança do trabalho na construção civil, uma vez que, é uma das atividades causadoras de diversos acidentes do trabalho. Segundo Dragoni (2005), a segurança do trabalho deve ser tratada como um investimento e não como uma despesa, pois a prevenção dos acidentes evita despesas, como gastos envolvendo acidentes com funcionários, além de diminuir indenizações por acidentes, que podem apresentar gastos consideráveis.

Destaca-se também a importância de fornecer os conhecimentos acerca da segurança no trabalho para se aplicar à construção civil a fim de que seja oferecida a proteção devida aos colaboradores. Redobrar a atenção à segurança e à saúde dos trabalhadores no setor da construção civil são sempre possíveis, com isso oferecendo-lhes recursos de trabalho no qual os deixarão realizados e executando o trabalho da melhor forma.

As novas exigências do mercado fizeram com que, a segurança no trabalho ganhasse um destaque, passando a ser fundamental para o surgimento de uma nova realidade para as empresas da construção civil. Com base no exposto, o objetivo geral desse trabalho é analisar o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamento proteção coletiva (EPC), como principal forma de garantir a segurança do trabalho na construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Trata-se de uma revisão bibliográfica, na qual iniciou-se com pesquisas de livros e artigos que abordassem o assunto e dessem um embasamento mais fundamentado acerca do tema de pesquisa, resultando na elaboração do presente projeto de pesquisa. Este trabalho será fundamentado em obras dos últimos 10 anos, utilizando de livros, artigos e obras acadêmicas, conforme as recomendações impostas. As palavras-chaves desta pesquisa são: segurança do trabalho; acidentes na construção civil; uso de equipamentos de proteção.

2.1 Resultados e Discussão

A indústria da construção civil está crescendo exponencialmente, e mediante este crescimento, ocorrem muitos acidentes fatais. No entanto, a maioria desses acidentes fatais acontecem por falta de EPI's e/ou EPC's, e que poderiam ser previamente evitados, caso a norma NR 18 fosse seguida corretamente.

Segundo Sampaio (1998), existe uma diversidade abrangente de EPC's na construção civil, que deve fazer a proteção no maquinário, na edificação, no equipamento e no ambiente de trabalho como um todo. Assim, tem-se como principais e mais usados os listados a seguir:

- a) Sistema de sinalização: tem a função de sinalizar, demarcar ou interditar todo tipo de informação que seja necessária do canteiro de obras. São dispositivos simples, de baixo custo e de grande abrangência no mercado. Alguns exemplos desse tipo de equipamentos são as fitas sinalizadoras, os cones e as placas sinalizadores, contendo textos e imagens. A sinalização apresenta grande importância para a se-

gurança dos colaboradores, pois um canteiro de obras apresenta um compilado enorme de risco à segurança, como área com alta voltagem elétrica, buracos em piso ou cobertura, altas temperaturas e mais. Assim, esse tipo de equipamento deve possuir alta durabilidade e resistência, sendo usado em ambientes externos e internos (MOURA, 2017).

- b) Telas de proteção: normalmente esse tipo de proteção vem como complemento de outros tipos de dispositivos, tais como as plataformas de segurança. Podem ser de diversos tipos, tais como de tapume, leve e de fachadeiro, sendo que cada uma possui uma finalidade e característica específica. As telas são utilizadas para cercar canteiros de obras, locais de riscos expostos, prédios com aberturas laterais, protegem principalmente das quedas, porém evitam o lançamento de materiais e objetos, evitar trânsito de indivíduos por áreas de risco e mais. Vale enfatizar a importância da resistência desse material para suportar o peso e o impacto de indivíduos e objetos (SANTOS, 2015).
- c) Plataforma de proteção: a sua principal função é evitar a queda, seja de pessoas ou de materiais. Estas devem apresentar resistência, estarem instaladas de forma rígida e estável para que possa desempenhar a sua função da forma correta. A quantidade de plataformas adequa-se a quantidade de pavimentos que possui a edificação, seu principal material é o aço e é fixada com parafusos e vigas de aço reforçado para que possa manter a resistência. Além de proteger os colaboradores, esse dito de EPC trata-se de uma segurança aos pedestres que venham a circular aos lados das dependências da obra. Este tipo de dispositivo é regulamentado pela NR-18, que estabelece a sua obrigatoriedade e seus parâmetros de execução (MACHADO, 2015).
- d) Guarda-corpo: Comumente encontrado como matéria-prima a madeira. Trata-se de uma proteção vertical, evitando quedas de pessoas e materiais, resíduos e ferramentas. Deve ser fixado ao chão e de material resistente e rígido (BELTRAMI; STUMM, 2012).

O termo “Segurança do Trabalho” pode ser conceituado como um conjunto de medidas aplicadas para prevenir acidentes, eliminando condições e procedimentos inseguros no ambiente de trabalho (FERREIRA; PEIXOTO, 2012)

O tema Segurança do Trabalho na Construção Civil foi selecionado visando ampliar debates acerca desse assunto e, sobretudo demonstrar os benefícios que sua aplicação pode trazer na qualidade de vida dos trabalhadores, bem como na produtividade das empresas.

Para Rodrigues (2016) a primeira grande transformação referente à Segurança no trabalho aconteceu em 1967, quando ficou esclarecida a necessidade da sistematização das empresas com a fundação do Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).

A segurança no trabalho está associada a um conjunto de medidas administrativas, legais, técnicas, médicas e educacionais, de caráter multidisciplinar que é aplicado na prevenção de acidentes e doenças ocupacionais (DINIZ JÚNIOR, 2002).

De acordo com Vieira (1998) a segurança no trabalho compreende um conjunto de medidas fundamentadas em normas técnicas, amparadas por medidas médicas e psicológicas e encaminhadas à prevenção de acidentes no desempenho profissional.

Estas medidas têm por finalidade a educação dos trabalhadores no ambiente de trabalho apresentando lhes os métodos para evitar acidentes, tal como acabar as condi-

ções de insegurança.

Martins (2005) relata que, a Lei nº 3.724, de 15 de janeiro de 1919, foi a primeira lei brasileira que tratou de fato do acidente de trabalho. Esta se aplicava apenas às atividades consideradas mais perigosas onde eram utilizadas máquinas movidas por motor e aos casos ocorridos do contrato de trabalho.

Conforme dispõe o artigo 19 da Lei nº 8.213/91, “acidente de trabalho” é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

De acordo com o SEBRAE, acidente de trabalho: “é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho”.

Dentre os principais perigos que os trabalhadores da construção civil estão expostos, pode-se alegar: riscos físicos (ruídos excessivos oriundos da operação de máquinas e equipamentos, umidade, calor), riscos químicos (contato com cimento, colas e outros produtos químicos), riscos ergonômicos (içamento de peso, posturas incorretas) e os riscos de acidentes (SILVA, 1993). De acordo Mara Takahashi (2012), este último é considerado o mais grave neste segmento, pois é o maior causador de prejuízos à saúde e afastamentos no ramo da construção civil.

Estima-se que, anualmente, ocorram pelo menos 250 milhões de acidentes de trabalho a nível mundial. 335.000 destes acidentes são fatais (resultam na morte). Tendo em conta que muitos países não possuem uma manutenção rigorosa dos registos e dos mecanismos informativos, pode presumir-se que os dados reais são bastante mais elevados do que aqueles aqui apresentados. O número de acidentes mortais é muito mais elevado nos países em vias de desenvolvimento do que nos países industrializados.

Importante salientar, que também são considerados acidentes de trabalho qualquer acidente que ocorra entre o trajeto da residência ao local de trabalho, qualquer doença adquirida pelo exercício da função, doenças adquiridas pelas condições que o trabalho realizado se encontra, é levado também em conta qualquer acidente que ocorra fora do local de trabalho, mas a serviço da empresa (BRASIL, 2015).

De acordo com pesquisadores, o uso do Equipamento de Proteção Individual (E.P.I) surgiu quando os primatas utilizavam peles de animais para proteção. Com o passar do tempo, o E.P.I passou por várias transformações, conforme a necessidade do homem. Na idade média, os trajes de ferro eram utilizados em guerras pelos soldados, estes trajes chegavam a pesar 50 kg exigindo um bom preparo físico do cavaleiro.

Durante o Império Romano foi aprofundado os estudos da proteção médico-legal dos trabalhadores e estabelecidas leis para sua garantia. Plínio e Rotário, considerados os pioneiros no estabelecimento de medidas de prevenção de acidentes, recomendaram o uso de máscaras para evitar que os trabalhadores respirassem poeiras metálicas (RODRIGUES, 2016).

Os métodos convencionais e com a aplicação de ferramentas tradicionalmente usados, ainda são muito comumente usadas em muitas empresas, sobretudo pela sua eficácia no que tange a prevenção de acidentes e doenças. Porém, devido aos avanços e consequentemente o aumento dos atrelados a isso, somente os meios tradicionais não são suficientemente capazes de atender todas as demandas na prevenção de risco e acidentes para assim atingir a excelência que se é cobrada no que diz respeito a segurança

do trabalho. A implementação de métodos que visam a melhoria da segurança dos trabalhadores faz-se necessária e essencial para que se tenha um ambiente de trabalho seguro e atendendo todas as especificações de excelência e qualidade.

Tendo em vista toda avaliação feita sobre os aspectos então levantados sobre segurança do trabalho. Mitigar os riscos, trazer excelência e qualidade é um grande desafio. Contudo, percebendo-se as tendências, os processos evolutivos e os métodos então já aplicados, testados e com resultados comprovados é possível diminuir os riscos de acidentes e proporcionalmente gerar maior segurança dentro do ambiente de trabalho, traçando caminhos dentro das organizações, buscando sempre uma maior produtividade atrelada a proteção e segurança dos seus envolvidos.

3. CONCLUSÃO

Para se buscar a melhoria contínua em relação à segurança do trabalho é necessário vencer as barreiras existentes, pois as mudanças normalmente ampliam o medo e a ansiedade e tornam as pessoas mais desconfortáveis. Normalmente um sentimento de possível perda pode comprometer um processo de mudança que somente benefícios traria.

Mediante a análise teórica e os aspectos levantados sobre a segurança do trabalho apresentados ao longo deste trabalho, conseguiu-se demonstrar as novas tendências relacionadas à segurança do trabalho, como conseguir diminuir os riscos em meio a um ambiente de trabalho, bem como os caminhos que as organizações devem tomar na busca pela redução nos níveis de acidentes, conseguindo aumentar indiretamente a produção e deixando de diminuir na produtividade.

Referências

BRASIL. **Ministério da Fazenda. Anuário Estatístico da Previdência Social – AEPS 2015.** v.24 Brasília: Secretaria da Previdência, 2015. 918 p. Disponível em: < <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2015/08/AEPS-2015-FINAL.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2022.

DRAGONI, José Fausto. **Segurança, Saúde e Meio Ambiente em Obras: diretrizes voltadas à gestão eficaz de segurança patrimonial e meio ambiente em obras de pequeno, médio e grande porte.** São Paulo: Editora LTr, 2005.

FERREIRA, L. S.; PEIXOTO, N. H. **Segurança do Trabalho I.** 1. ed. v. 1. 152 p. Santa Maria/RS: CTISM/UFSM; Rede e-Tec Brasil, 2012.

RODRIGUES, Rômulo Celso. **Segurança do Trabalho na Construção Civil: Estudo de Caso sobre EPI'S e EPC'S em um canteiro de obras, em PALMAS, TO.** Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA. Palmas, TO. 2016.

SILVA, Marco A. D. **Saúde e qualidade de vida no trabalho.** São Paulo: Best Selle, 1993.

TAKAHASHI, Mara Alice Batista Conti et al. **Precarização do Trabalho e Risco de Acidentes na construção civil: um estudo com base na Análise Coletiva do Trabalho (ACT).** Saúde Soc. São Paulo, v.21, n.4, 2012.

VIEIRA, Sebastião Ivonne. **Manual de Saúde e Segurança do Trabalho: segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.** SP: LTR, 2005. VIII.

29

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: O CONCRETO RECICLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*SUSTAINABLE SOLID WASTE MANAGEMENT: CONCRETE
RECYCLED IN CONSTRUCTION*

Frentzen Ferreira Feitosa

Resumo

A construção civil se constitui em importante área da economia, proporcionando o desenvolvimento urbano em todo o mundo. No entanto, torna-se também causadora de impactos ambientais decorrente do consumo indiscriminado de recursos naturais. As ações da Engenharia Civil devem ser repensadas, visando um desenvolvimento sustentável, onde os agregados naturais podem ser substituídos por agregados provenientes de resíduos sólidos da construção e demolição (RCD), o que poderá proporcionar o uso desses materiais no concreto, que é um dos principais produtos de toda construção civil, o que poderá evitar agressões ao meio ambiente. Diante disso, o objetivo geral do presente estudo consistiu em investigar na literatura sobre os resíduos sólidos na construção civil e sua aplicabilidade por meio da reutilização como agregado na confecção de concreto reciclável. A pesquisa foi uma revisão de literatura, com a inclusão de publicações e periódicos indexados, impressos e virtuais, específicos da área (livros e artigos científicos), publicados no idioma português e inglês, nos últimos cinco anos (2017 a 2022). Na pesquisa *online* foram utilizadas as seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico e banco de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Verificou-se que a destinação do resíduo sólido da construção civil pode ser realizada de forma sustentável, com o uso do agregado de RCD na confecção de concreto reciclável, material este que pode ser utilizado nos canteiros de obra, sendo economicamente viável e competitivo, contribuindo para tornar a construção civil uma atividade sustentável.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Desenvolvimento Sustentável. Reciclagem. Construção com Material Reciclado

Abstract

Civil construction constitutes an important area of the economy, providing urban development all over the world. However, it also causes environmental impacts due to the indiscriminate consumption of natural resources. Civil Engineering actions must be rethought, aiming at a sustainable development, where natural aggregates can be replaced by aggregates from solid waste from construction and demolition (RCD), which could provide the use of these materials in concrete, which is one of the main products of all civil construction, which can prevent damage to the environment. Therefore, the general objective of the present study was to investigate the literature on solid waste in civil construction and its applicability through reuse as an aggregate in the manufacture of recyclable concrete. The research was a literature review, with the inclusion of publications and indexed journals, printed and virtual, specific to the area (books and scientific articles), published in Portuguese and English, in the last five years (2017 to 2022). In the online research, the following databases were used: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Scholar and the journal bank of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). It was found that the disposal of solid waste from civil construction can be carried out in a sustainable way, with the use of RCD aggregate in the manufacture of recyclable concrete, a material that can be used in construction sites, being economically viable and competitive, contributing to make civil construction a sustainable activity.

Keywords: Civil Engineering. Sustainable development. Recycling. Construction with Recycled Material



1. INTRODUÇÃO

A construção civil consiste em uma atividade econômica necessária ao desenvolvimento da sociedade, porém utiliza em suas obras grande quantidade de recursos naturais e energia, além de gerar um elevado volume de resíduos sólidos, que podem ocasionar graves impactos ambientais e transtornos à sociedade. Este setor precisa adequar-se ao desenvolvimento sustentável, implementando em suas atividades novas metodologias, priorizando uma gestão mais sustentável dos resíduos gerados.

No contexto apresentado, cabe à Engenharia Civil repensar suas ações diante da importância do meio ambiente, como protegê-lo e utilizar seus recursos de forma consciente, sem procurar esgotá-los, não podendo ficar avessa à problemática ambiental. Nesse sentido, deve procurar formas de melhor utilizar os materiais, mas sem a necessidade de degradar o meio ambiente, levando esta conscientização por meio de seus projetos, com uso de novos materiais e reaproveitamento dos resíduos sólidos de construção e demolição (RDC), que muitas vezes não são reutilizados, ocasionando a poluição ambiental e desperdícios.

Na gestão sustentável, os RCD, precisam ter um manejo sustentável, onde sua a reciclagem pode gerar os agregados, que possuem potencial aplicação na construção como alternativa aos agregados naturais, conservando os recursos naturais, além de diminuir o espaço necessário para a disposição em aterros sanitários. Esses materiais podem ser utilizados no concreto, que é imprescindível na construção civil. Nesse contexto, torna-se relevante este estudo como forma de conhecer sobre os resíduos sólidos da construção civil, procurando reutilizá-los como material reciclado para confecção de concreto nas obras. Conhecimentos estes, que além de primar pela preservação ambiental, reforçam a ideia de que a Construção Civil, pode também ter um compromisso ético e social, incentivando o desenvolvimento sustentável.

Os canteiros de obras produzem um grande quantitativo de resíduos sólidos provenientes da demolição e da própria construção, onde esse material quando não reaproveitado e ao ser descartado de forma incorreta, pode trazer grandes malefícios ao meio ambiente. Diante disso, surgiu o seguinte problema: A destinação do resíduo sólido da construção civil pode ser realizada de forma sustentável como agregado na confecção de concreto reciclável?

Conforme do exposto, o objetivo geral do presente estudo consistiu em investigar na literatura sobre os resíduos sólidos na construção civil e sua aplicabilidade por meio da reutilização como agregado na confecção de concreto reciclável. Enquanto o objetivo específico compreende discutir sobre a utilização de agregados reutilizados na fabricação de concreto reciclável.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A pesquisa foi uma revisão de literatura, com a inclusão de publicações e periódicos indexados, impressos e virtuais, específicos da área (livros e artigos científicos), publicados no idioma português e inglês, nos últimos cinco anos (2017 a 2022).

Na pesquisa *online* foram utilizadas as seguintes bases de dados: *Scientific Electro-*

nic Library Online (SciELO), Google Acadêmico e banco de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Os descritores/Palavras-chave utilizados na busca foram: engenharia civil, desenvolvimento sustentável, resíduos sólidos, uso de resíduos sólidos, reciclagem, construção com material reciclado.

A revisão de literatura foi realizada por meio de uma leitura interpretativa dos textos selecionados, buscando-se justificativa e significados nas ideias de cada autor, além de similaridades ou diferenças em seus resultados de pesquisa conforme o proposto neste estudo. Diante da interpretação dessas ideias, foi formulado o presente artigo.

2.1 Resultados e Discussão

O ramo da Construção Civil é declarado como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, gerando emprego e renda, com uma grande participação na economia nacional, que representou em 2019 aproximadamente 19% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, além de representar aproximadamente 15% de empregos no país (SILVA; SANTOS; ARAÚJO, 2017; LEITE et al., 2018; SANTOS et al., 2021; ANGULO; MACHADO, 2022).

No entanto, Leite et al. (2018), Santos e Leite (2018); Silva e Melo (2020), Nanya, Ferreira e Capuzzo (2021) e Santos et al. (2021) advertem que a construção civil além de propiciar o crescimento econômico do país, compreende também uma atividade que se comporta como uma das maiores causadoras de impactos ambientais, quer seja pela alteração da natureza ou pelo consumo de recursos naturais, como agregados minerais, que são usados geralmente na produção de argamassas e concretos, essenciais às construções, onde a exploração das jazidas desses minerais pode ocasionar escassez de matéria-prima natural, incidindo na degradação do meio ambiente.

Nanya, Ferreira e Capuzzo (2021) e Santos et al. (2021) enfatizam, que na atualidade a construção civil é uma atividade econômica que consome aproximadamente de 20 a 50% de recursos naturais existentes no mundo. No Brasil, utiliza 75% de todo recurso natural, com seu uso crescendo proporcionalmente conforme ocorre o crescimento econômico e populacional. Este setor torna-se ainda um grande gerador de resíduos da construção e demolição (RCD), que são relevantes fontes de poluição ambiental.

Lisboa, Alves e Melo (2017), Campos et al. (2017), Domenico et al. (2018), Ângulo (2019), Brasileiro et al., 2020, Santos, Azeredo e Veneu (2020), Wang et al. (2021), enfatizam que os RCD, denominados popularmente como entulho, representam 50% dos materiais residuais de uma obra, onde seu descarte inadequado impacta diretamente sobre o meio ambiente, ocasionando diversos problemas, entre os quais drenagem, modificação no tráfego urbano e na paisagem local, assoreamento de rios, córregos e lagos, proliferação de doenças. Esses resíduos podem ser reaproveitados na construção civil, o que diminuiria o seu descarte inadequado, exploração de jazidas naturais e custos com administração e limpeza pública.

Lisboa, Alves e Melo (2017), Campos et al. (2017), Frotté et al. (2017) Qualharini (2017) discorrem que a definição dos RCD conforme o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) - Resolução nº 307/2002, descreve esses detritos como aqueles decorrentes de obras, reformas, além de reparos e demolições, bem como da preparação do terreno, advindos de diversos materiais utilizados nessas atividades (tijolos, blocos, gesso, metais, madeiras entre outros).

Campos *et al.* (2017), Frotté *et al.* (2017) Qualharini (2017) comentam que os RCD são produzidos em todos os trabalhos que envolvem a construção civil, principalmente rodoviários, escavações, sobras de demolições, obras diversas e sobras de limpeza, envolvendo como componente principal nessas atividades o concreto. A regulamentação sobre esses detritos, pauta-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12.305/2010, que impõe ao setor público e privado a implementação de processos gerencias ambientalmente adequados para esses resíduos sólidos.

Corroborando com o exposto acima, Cordeiro *et al.* (2017), Marchi, Bohana e Fernandez (2018), Silva e Melo (2020) e Ângulo e Machado (2022) enfatizam que a Construção Civil não pode ficar avessa à problemática da questão ambiental, mas precisa atuar de forma ambientalmente responsável, revisando os seus procedimentos, procurando formas de melhor utilizar os recursos naturais, descartando corretamente os resíduos sólidos, além de buscar utilizar e reaproveitar materiais, sem a necessidade de degradar o meio ambiente. Diante disso, a PNRS preconiza sobre a redução e não geração resíduos sólidos, além instituir sobre sua reutilização e a reciclagem.

No que se refere à reciclagem, Marchi, Bohana e Fernandez (2018), Silva e Melo (2020) e Ângulo e Machado (2022) ressaltam que a PNRS estimula esta prática, para que ocorra o reaproveitamento dos detritos sólidos gerados na construção civil, para sejam sejam reaproveitados nos canteiros das obras, além instituir que ocorra a criação de um plano gerenciamento para os RCD pelas empresas de Engenharia Civil, que devem realizar um correto descarte, assim como uma adequada reciclagem desses detritos, a fim de que esses materiais não possam prejudicar o meio ambiente, além de diminuir substancialmente o consumo de recursos naturais, onde esses resíduos podem apresentar ainda importante alternativa como agregados a serem reutilizados na fabricação de concreto, mas desde que sejam reciclados de forma adequada.

Lisboa, Alves e Melo (2017), Campos *et al.* (2017) e Silva e Melo (2020) enfatizam que os RCD ao serem reciclados, podem ser utilizados como agregados, que consistem em granulares, como areia, cascalho ou brita, com faixas de tamanho estabelecidas (agregados graúdos, de 4,75 a 75 mm; agregados miúdos, de 0,075 a 4,75 mm), que são oriundos de resíduos decorrentes de concreto e argamassa, cerâmica vermelhas e de revestimentos e placas cerâmicas, que podem ser utilizados em construções em geral, e após reciclados usados na produção de concreto reciclado.

No que se refere ao concreto, Lisboa, Alves e Melo (2017), Santos, Azeredo e Veneu (2020) e Danish e Mosaberpanah (2021), esclarecem que este material é o segundo mais consumido no mundo depois da água, com o seu uso generalizado tornando-se a base do desenvolvimento urbano atual, sendo duas vezes mais na construção do que o total de todos os outros materiais de construção combinados, estimando-se que aproximadamente uma tonelada de concreto está sendo produzido para cada pessoa em todo o mundo, tendo este material em sua composição os agregados.

Concernente ao uso agregados na construção civil, Lisboa, Alves e Melo (2017) e Ângulo (2019) discorrem que esses materiais representam $\frac{3}{4}$ do volume do concreto, possuindo a função de complementar sua mistura, propiciando a economia de quantidade utilizada de cimento, com sua extração de sedimentos aluviais, o que modifica as características e equilíbrio dos rios, além de provocar problemas ambientais. Diante disso, a substituição dos agregados naturais por agregados reciclados na produção de concreto pode ser uma alternativa, pois possibilitará benefícios econômicos e ambientais.

Quanto às vantagens do concreto reciclado, Xin *et al.* (2021) e Danish e Mosaberpanah (2022) acrescentam que este material proporciona três benefícios importantes, ou seja, a

diminuição da necessidade de novos recursos, redução do custo de transporte e energia (produção) e a utilização de RCD, o que possibilitará a redução de descarte de entulho de construção e também promoverá a proteção de recursos por meio da reciclagem, incidindo no desenvolvimento da sustentabilidade na indústria da construção civil.

Concordando com exposto acima, Santos, Azeredo e Veneu (2020) defendem o uso de agregados reciclados de RCD na produção de concretos, o que possibilitará a redução e custos operacionais em uma obra, conforme constatado em sua pesquisa, onde constaram o menor custo desse material reciclado, que representou 55% do agregado convencional, o que possibilita um menor gasto na obra, assim como a torna benefícios ambientais por meio da reciclagem de RCD.

Contudo, Danish e Mosaberpanah, (2022) esclarecem que a preparação de concreto reciclado é um processo extenso que exige precisão., onde os RCD são transportados para uma usina de reciclagem para a fabricação de agregados graúdos e miúdos, que serão fornecidos ao canteiro de obras para reaplicação. Desta forma, a reciclagem completa do concreto envolve a quebra de resíduos de concreto para a produção de fragmentos/pedras de pequeno tamanho, submetendo-se a várias técnicas de britagem, remoção de contenções (como vergalhões, plástico, madeira etc.), o que fornecerá agregados reciclados para serem utilizados para o concreto reciclado na indústria da construção.

Silva e Melo (2020) e Telles (2022) esclarecem que a reciclagem dos RCD para transformá-los em agregados é feita sequencialmente. A primeira etapa ocorre após a coleta seletiva, onde os resíduos passam por um processo de trituração (granulagem), onde as frações se encontram misturadas e os resíduos têm pouco valor agregado, onde são triturados até obter a granulometria desejada. A segunda etapa é a separação das frações, onde ocorre uma destinação adequada aos novos materiais, com sua classificação conforme o tamanho da fração, onde os detritos serão classificados em areia, brita, pedrisco, bica corrida entre outros. A terceira etapa é a comercialização desses materiais como matéria prima secundária.

Na pesquisa experimental de Frotté *et al.* (2017) foram analisadas as propriedades mecânicas do concreto reciclado, com a substituição de agregados miúdos naturais por agregados miúdos de RCD, nas taxas de substituição de 0%, 25% e 50%. Constataram que o a substituição do agregado reciclado em 50% proporcionou uma maior resistência à compressão axial quando comparada ao concreto com teor de substituição de 25%, tronando viável a utilização desse material na construção civil.

Estudos como de Domenico *et al.* (2018) demonstraram a eficácia substituição dos agregados naturais por agregados reciclados miúdos (<4,75mm) na produção de concreto reciclado, nas proporções de 0%, 15% e 25%, moldando-se 12 corpos-de-prova para cada tratamento. Concluíram que a utilização do RCD como forma de agregado miúdo para a confecção de concreto reciclável, possibilita resultados de resistência satisfatórios, que permitiu uma cura efetiva e uniforme, com maior resistência, podendo este material ser aplicado em obras estruturais.

No estudo de Santos, Azeredo e Veneu (2020), avaliaram a resistência mecânica e a massa específica do concreto com agregado reciclado, comparando-o ao concreto convencional, para isso utilizaram amostras em seis corpos de prova cada, com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Verificaram que o concreto convencional apresentou valor de resistência de ruptura média de 30 Mpa, enquanto o concreto com agregados reciclados (30% de areia reciclada e 32% de brita nº 1 reciclada) teve resistência média de 25 Mpa (valor mínimo exigido para concreto estrutural conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR6118:2014), constatando que o concreto reciclável pode ser utilizado

em obras não estruturais na construção civil.

No estudo Nanya, Ferreira e Capuzzo (2021) também avaliaram as propriedades mecânicas e durabilidade do concreto reciclado, testando sua resistência, com a substituição do agregado natural pelo reciclado grosso nas proporções de 30%, 50%, 70% e 100%. Verificaram que os melhores resultados do concreto reciclado foram aqueles que tiveram a substituição com agregados graúdos de RCD em até 50%, com a taxa de substituição afetando significativamente a resistência à compressão do concreto. Quanto à durabilidade, notaram que os concretos com incorporação de agregado reciclado eram menos resistentes, quando submetidos à ação de diversos agentes agressivos (íons, cloreto e carbonatação), porém apresentaram um desempenho adequado, além de terem resultado em um desempenho mecânico compatível com concretos com função estrutural.

Resultado similar ao de Nanya, Ferreira e Capuzzo (2021) foi verificado no estudo de Xin *et al.* (2021), que ao avaliarem as propriedades mecânicas do concreto com agregado reciclado, para isso utilizaram 12 corpos de prova, divididos em quatro grupos (3 dias, 7 dias, 14 dias e 28 dias), sendo que as amostras foram em forma de cubo com o tamanho de 150 mm × 150 mm × 150 mm, que foram projetados para testar sua resistência ao cisalhamento direto (propriedade mecânica básica do concreto, que é vital para o projeto estrutural e cálculo de elementos finitos) e resistência à compressão, tendo como agregado utilizado o graúdo, com a taxa de verificação de 10 a 100% do agregado natural. Verificaram que o concreto reciclado apresentou maior resistência média ao cisalhamento direto, principalmente aos 7 dias e 14 dias de cura, constatando que o agregado graúdo reciclado principalmente com a taxa de substituição de 50% apresenta melhores valores de resistência do concreto reciclado, aumentando assim sua resistência geral ao cisalhamento, garantindo a sua capacidade de carga e satisfazendo os requisitos para seu uso regular.

No estudo de Yu *et al.* (2021) foi avaliada a retração do concreto com uso de agregados reciclável, pois uma grande retração pode levar a mudanças na estrutura do concreto, causando danos a sua estrutura. O concreto reciclado foi preparado substituindo ao agregado natural pelo reciclado graúdo, nas taxas de reposição de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, respectivamente. Verificaram a retração do concreto reciclado aumenta com a taxa de substituição, portanto, quanto menor a taxa de substituição, mais cedo a taxa de retração se estabiliza, o que possibilitaria o seu uso em obras estruturais, pois não poderiam causar prejuízos ao concreto armado.

No que se refere à menor retração do concreto verde associada à menor taxa de substituição de agregado natural pelo reciclado, Santos, Azeredo e Veneu (2020) e Yu *et al.* (2021) explicam que isso decorre do fato de que o concreto reciclado por ser mais poroso, possui maior absorção de água, quando comparado ao concreto convencional, portanto, quanto maior a taxa de substituição de agregados provenientes de RCD, mais água é necessária pelo concreto reciclado para atingir o abatimento necessário para atender aos requisitos de trabalhabilidade. Desta forma, a elevação do consumo de água promove a formação de mais canais capilares no concreto, em decorrência da evaporação contínua da água, assim como a pressão negativa no furo também aumenta.

Domenico *et al.* (2018) defendem que os concretos reciclados com maior absorção de água podem ser aplicados em pavimentos permeáveis, pois são estruturas que precisam de mais drenagem, como na produção de concretos usados na pavimentação. Esses concretos mais porosos caracterizam-se como estruturas mais leves, mas sem que ocorra necessariamente a perda de resistência em decorrência da modificação da densidade, o que leva à sua aplicabilidade também na construção de lajes mistas, que podem ter vãos podem maiores, devido a estrutura metálica receber cargas menores.

No entanto, cabe esclarecer que apesar de estudos como de Domenico *et al.* (2018), Nanya, Ferreira e Capuzzo (2021) e Yu *et al.* (2021), demonstrarem que o concreto reciclado pode ser utilizado em obras estruturais, após testes mecânicos descritos, esta situação não se aplica no Brasil, pois conforme esclarecem Campos *et al.* (2018) e Domenico *et al.* (2018), a atual normatização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, NBR 15116) limita o uso desse material, permitindo apenas a aplicabilidade do concreto reciclado na produção de peças sem finalidade estrutural.

Destaca-se ainda, que apesar de promissor, o concreto reciclado é produzido em poucos estados, haja vista a deficiência de usinas de reciclagem no país para o processamento de agregados, conforme mencionam Silva e Melo (2020), que enfatizam ainda que há no país um déficit de aproximadamente 2.600 usinas de reciclagem que seriam necessárias para processar o volume de RCD gerados cotidianamente nos caneiros de obras e poderia ter uma correta destinação, evitando impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade Engenharia Civil.

3. CONCLUSÃO

No processo de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil, a reciclagem torna-se uma solução viável para amenizar os impactos ambientais de uma obra, promovendo a sustentabilidade, com a reutilização de detritos na produção de agregados a serem utilizados no concreto na construção civil.

Assim, pode-se dizer que a destinação do resíduo sólido da construção civil pode ser realizada de forma sustentável como agregado na confecção de concreto reciclável, onde este material ao ser produzido de forma ambientalmente adequada, pode apresentar a qualidade necessária para seu uso, tornando-se economicamente viável e competitivo, mas desde que se observe a porcentagem de substituição do agregado natural pelo agregado de RDC, onde observou-se que a taxa de até 50% de substituição torna-se viável o uso desse material na construção civil.

No entanto, nota-se a falta de divulgação do uso de concreto reciclado, bem como políticas que possam incentivar a abertura, e funcionamento de usinas de reciclagem, para que ocorra o correto aproveitamento dos RCD, o que proporcionará que a construção civil não se torne fonte de poluição ambiental, mas uma atividade que possa ser considerada como sustentável, proporcionando ganhos para a sociedade atual e futura.

Referências

- ANGULO, Sérgio Cirelli. Agregados. In: BAUER, L. A. Falcão (Org.). **Materiais de construção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- ANGULO, Sérgio Cirelli; MACHADO, Leonardo Camara. **Pesquisa setorial ABRECON 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Paulo: Epusp, 2022.
- BRASILEIRO, Kelly Patrícia Torres Vieira *et al.* Concreto permeável com agregado da reciclagem de resíduos da construção e demolição: revisão bibliográfica. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 9, p. 73169-73180, 2020.
- DANISH, Aamar; MOSABERPANAH, Mohammad Ali. A review on recycled concrete aggregates (RCA) characteristics to promote RCA utilization in developing sustainable recycled aggregate concrete (RAC). **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, v. 26, n. 13, p. 1-36, 2022.
- CAMPOS, Renan Serralvo *et al.* Influência dos agregados reciclados nas propriedades reológicas e mecânicas do concreto autoadensável. **Revista Matéria**, v. 23, n. 1, p. 1-20, 2018.

- CORDEIRO, Luciana de Nazaré Pinheiro *et al.* Avaliação de processos de misturas de concretos com agregados graúdos reciclados. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 255-265, jul./set. 2017.
- DOMENICO, Paula Di *et al.* Influência do agregado miúdo reciclado na resistência à compressão e porosidade do concreto. **Revista Internacional de Ciências**, v. 8, n. 1, p. 129 - 147, 2018.
- FROTTÉ, Camila *et al.* Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de RCD. **Revista Matéria**, v. 22, n. 2, p. 1-17, 2017.
- LEITE, Izabella Caroline de Almeida *et al.* Gestão de resíduos na construção civil: um estudo em Belo Horizonte e região metropolitana. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 14, n. nº 1, p. 159-175, 2018.
- LIANG, Xin *et al.* Study on the strength performance of recycled aggregate concrete with different ages under direct shearing. **Materials** (Basel), v. 14, n. 9, p. 1-16, 2021.
- LISBOA, Ederval de Souza; ALVES, Edir dos Santos; MELO, Gustavo Henrique Alves Gomes de. **Materiais de construção: concreto e argamassa**. 2. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2017
- MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; BOHANA, Mirela Carvalho Ribeiro; FERNANDEZ, José Luiz Borja. Gestão ambiental em resíduos sólidos: construções sustentáveis e ecoeficiência. **Sistemas & Gestão**, v. 13, p. 118-129, 2018.
- NANYA, Carolina Shimomura; FERREIRA, Fernanda Giannotti da Silva; CAPUZZO, Fernanda Giannotti da Silva. Mechanical and durability properties of recycled aggregate concrete, **Revista Matéria**, v. 26, n. 4, p. 1-18, 2021.
- QUALHARINI, Eduardo Linhares. **Canteiro de obras**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2017.
- SANTOS, Felipe Sombra dos; AZEREDO, Pedro Henrique de Araújo; VENEU, Diego Macedo Avaliação de concreto sustentável contendo teores de resíduos de agregados reciclados. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 7, p. 45457-45471, 2020.
- SANTOS, Ana Amélia Mota dos; LEITE, Mônica Batista. Avaliação de concretos reciclados com agregado graúdo de concreto dosados pelo método da ABCP modificado. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 341-359, out./dez. 2018.
- SANTOS, Marcos David dos *et al.* Estudo do uso de materiais alternativos na indústria da construção civil brasileira. *In*: ZILLI, Carlos Augusto (Org.). **Coleção desafios das engenharias: engenharia civil**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.
- SILVA, Danilo de Almeida e; MELO, Carlos Eduardo Luna de. Desafios para o concreto sustentável. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 17, p. 1543-1562, 2020.
- SILVA, Welighda Christia da; SANTOS, Gilmar Oliveira; ARAÚJO, Weliton Eduardo Lima de. Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. **R. gest. sust. ambient.**, v. 6, n. 2, p. 286-301, jul./set. 2017.
- TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável**. São Paulo: Blucher, 2022.
- WANG, Bo *et al.* A comprehensive review on recycled aggregate and recycled aggregate concrete. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 171, p. 1-30, 2021.
- YU, Yang *et al.* Study on the effect of recycled coarse aggregate on the shrinkage performance of green recycled concrete. **Sustainability**, v. 13, p. 1-15, 2021.

30

CONSTRUÇÃO CIVIL: IDENTIFICANDO AS PRINCIPAIS PATOLOGIAS E APONTANDO POSSÍVEIS SOLUÇÕES

*CIVIL CONSTRUCTION: IDENTIFYING THE MAIN
PATHOLOGIES AND POINTING OUT POSSIBLE SOLUTIONS*

Victor Augusto Fernandes Arouche

Francisca de Jesus Fernandes Arraz

João Paulo Silva Gomes

Resumo

Este trabalho aborda as patologias da Construção Civil e as ferramentas para minimizá-las. Destaca que o sonho dos brasileiros de ter sua própria moradia é realizado por esta área do conhecimento. O esforço para as construções possam ser as mais bem construídas é de prioridade da Construção Civil. O objetivo deste trabalho é apontar quais são as principais patologias da Construção Civil e apontar as possíveis soluções. Identificando as patologias e atuando sobre elas, os Engenheiros e profissionais irão alcançar o primordial que é uma construção bem-sucedida e satisfatória para os clientes. Obedecer às especificações técnicas, os padrões da área e ter competência e habilidades conduzem ao melhor planejamento e execução das obras. A metodologia do trabalho utilizada foi bibliográfica com pesquisas em livros, internet e artigos atualizados da área abordada. Observou-se que a implementação das técnicas de minimização das patologias empregadas na Construção Civil são efetivas e permitem a satisfação do cliente. As consequências de uma Construção Civil plena, planejada, dentro das normas técnicas e seguindo todos os padrões e protocolos, gerando a satisfação dos clientes e consequentemente um padrão de construções que implicarão na melhoria de vida tanto dos clientes quanto do entorno da região escolhida para aquela construção.

Palavras-chave: Construção Civil, Patologias, Ferramentas, Casa Própria, Obras.

Abstract

This work addresses the pathologies of Civil Construction and the tools to minimize them. He emphasizes that the dream of Brazilians of having their own home is realized by this area of knowledge. The effort so that the constructions can be the best built is a priority for Civil Construction. The objective of this work is to point out what are the main pathologies of Civil Construction and to point out the possible solutions. By identifying the pathologies and acting on them, Engineers and professionals will achieve the main goal, which is a successful and satisfactory construction for the clients. Obeying the technical specifications, the standards of the area and having competence and skills lead to better planning and execution of works. The work methodology used was bibliographic with research in books, internet and updated articles of the approached area. It was observed that the implementation of techniques to minimize the pathologies used in Civil Construction are effective and allow for customer satisfaction. The consequences of a full, planned Civil Construction, within technical norms and following all standards and protocols, generating customer satisfaction and consequently a standard of constructions that will improve the lives of both customers and the surroundings of the region chosen for that one construction.

Keywords: Civil Construction, Pathologies, Tools, Own House, Works.

1. INTRODUÇÃO

A Área da Construção Civil abrange todas as atividades de produção pertencentes a obra. Isso significa que esta área elenca funções de planejamento e projeto, bem como execução e manutenção de obras em diversos segmentos, tais como estradas, moradias e obras de saneamento. A área é referência para grandes projetos de infraestrutura e seu potencial de mudança na sociedade é extremamente relevante.

Está mesma área é também a responsável pela realização de diversos sonhos das pessoas, inclusive o de ter o próprio lar, mas assim como qualquer outra área, ela também apresenta ou pode apresentar patologias. E patologia vem da língua grega, que significa o estudo de anomalias. Estas irregularidades na Construção Civil são problemas que ocorrem na estrutura das edificações.

Então, no mesmo sentido que tem em trazer uma relevante realização no cenário de construções, a área precisa atuar para que estas patologias possam ser minimizadas, e estes sintomas específicos, possam ser identificados em estágios iniciais e contornados, para que não haja problemas graves. Trabalhar com estratégias para contornar tais patologias é um desafio para a Construção Civil.

Tais patologias da Construção Civil podem ser solucionadas? Quais os esforços ou técnicas a área se utiliza para o alcance de uma Construção satisfatória? A inspeção, avaliação e diagnóstico destas patologias são as principais tarefas que executadas permitem elaborar manutenções e ações que as corrijam.

O trabalho tem como objetivo geral mostrar que as patologias da Construção Civil existem e podem ser minimizadas. E como objetivo específico apresentar as ações que podem ser tomadas para corrigir cada patologia identificada na Construção.

2. DESENVOLVIMENTO

A construção civil é considerada um serviço essencial para a sociedade, além de estar diretamente ligada ao desenvolvimento e à geração de empregos (GHINIS ET FOCHEZATTO, 2013).

2.1 Metodologia

As metodologias adotadas para a elaboração da monografia serão de Construção Civil, no qual será realizada uma consulta de livros, artigos científicos, bibliográfica e pesquisa na internet selecionados através de busca nas seguintes bases de dados da construção. O período dos artigos pesquisados será de trabalhos publicados nos últimos cinco anos como fonte de enriquecimento, atualidades e as palavras chaves serão Engenharia Civil; Manifestações Patológicas e Patologias.

Serão adotadas para a construção do estudo quanto aos fins, pesquisas explicativas, à medida que se identifica as principais patologias e apontando as possíveis soluções como facilitadora para o alcance da qualidade e eficiência visando correlacionar formas coerentes, parâmetros e medidas sensatas adotadas para otimizar uma boa construção sem preocupações futuras. Quanto aos meios, optou-se pela pesquisa bibliográfica, em que serão utilizados livros, revistas, jornais e artigos eletrônicos.



Serão utilizadas pesquisas bibliográficas relacionadas à construção civil, à administração da produção e da qualidade de serviços prestados, visando otimizar o desempenho e tempo das construções de forma qualitativa, apresentando resultados significativos para construção empenhada.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Teixeira e Carvalho (2005) desde que se iniciou a civilização, o homem sempre procurou buscar melhorias nas estruturas e construções, proporcionando minimizar tempo na produção e garantir o maior conforto à sua vida. Mediante essa necessidade, a evolução habitacional passa a ser significativamente reconhecida pelo seu crescimento a procura por aprimoramento a fim de suprir a necessidade da época e do ambiente.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999) a construção tem como finalidade oferecer proteção física as atividades humanas. As edificações possuem como objetivo atender seus usuários com conforto, segurança e estabilidade.

Segundo Ripper e Souza (1998), a construção civil abarca todos os programas de produção de obras, como estradas, edifícios, canais de navegação, aeroportos, túneis e obras de saneamento. O setor da construção civil integra a atividades correlacionadas a instalação, reparação, equipamentos e edificações de acordo com as obras executadas.

De acordo com Ripper e Souza (1998), o crescimento pressuroso na construção civil, em alguns países e épocas, elencou a necessidade de inovações que dispuseram, em si, a aprovação implícita em grandes riscos. Permitidos estes riscos, ainda que dentro de certos limites, posto que regulamentados das mais diversificadas formas, o aperfeiçoamento tecnológico aconteceu conseqüentemente, e, com ela, teve o aumento do conhecimento sobre estruturas e materiais, e suas particularidades através do estudo e análise de erros cometidos.

Segundo Teixeira e Carvalho (2005) “diante deste cenário, a cada dia aumenta a procura por insumos, novas técnicas e desta forma, foi possível o desenvolvimento de estruturas mais fortes e robustas”. Porém até mesmo as resistentes estruturas, podem estar sujeitas a sofrerem com a patologia e acabar causando algum problema, seja financeira, pela necessidade em arcar com os custos e reparo, ou de maneira física, por acabar acarretando acidentalmente alguém na obra.

Patologia é, portanto, a parte da engenharia que estuda as causas e falhas que surgem nas edificações. Após sua manifestação, de acordo com a gravidade, a patologia pode migrar para a lesão, que é a consequência final (AZEREDO, 1997).

O surgimento patológico pode ocorrer em qualquer uma das fases, ou mais de uma, no processo de edificação, podendo ter diferentes causas e origens que posteriormente irão resultar em diversas ações (AZEREDO, 1997).

De acordo com Deskgraphicst (2021), todo projeto de construção civil está sujeito a erros, é primordial identificá-los e encontrar soluções satisfatórias para corrigir, o que por sua vez, é fundamental quando se trata de erros de projeto.

A construção civil é uma área ampla e tem como finalidade grande influência social e econômica, o que por sua vez, é de grande importância para que um projeto seja executado com excelência, além de ser preciso evitar contratempos (DESKGRAPHICST, 2021).

A falta de detalhes das etapas no empreendimento atrapalha o seu cronograma. Afinal, se faltam informações, os funcionários podem encontrar conflitos na execução de suas

atividades. Além disso, os dados partilhados devem ser claros e objetivos (DESKGRAPHICST, 2021).

Segundo Deskgraphicst (2021), na ausência de uma gestão, existe a grande possibilidade de haver falha de informações e detalhamento de projetos na construção civil e isso repercute em execução de obras, gerando inúmeros problemas.

Pode-se dizer que defeitos representam, conforme Rizzardo (2014, p. 578), aspectos relacionados à segurança e solidez da obra.

A aplicação de materiais inapropriados e de teor inferior, a falta de fundações profundas e que encontrem resistência no solo, a utilização de tijolos infundado na estrutura, a falta de ferragens nas vigas, a desconformidade na medida da mistura de areia e cimento, a falta de liga entre as paredes e de impermeabilização no teto. Uniformemente se dá a responsabilidade quanto à execução, ou à mão de obra, e, assim, aos cálculos de exatas, ao planejamento, cumprimento aos projetos, à realização sequencial no erguimento das várias etapas do prédio, se aparecerem defeitos, causando perigo de o prédio ruir, ou ceder, ou desmoronar. A edificação em solo sem consistência, arenoso, de grande umidade, formado de aterro com material deteriorável, pode provocar afundamento e inclinações do prédio, surgindo rachaduras ou fissuras, até levar a ruína ou desabamento.

De acordo com o Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1997) é de suma importância o engenheiro civil juntamente com a construtora, entregar o imóvel construído ao cliente, obedecendo todas as especificações dos conselhos técnicos de engenharia.

Tratando de questões relacionadas a impermeabilizações, Aimar Cunha e Walter Neumann (1979) afirmam que é frequente a prática de projetista em deixar a solução de múltiplos problemas construtivos serem resolvido no ato quando a construtora está na obra, quando na realidade deveria fazer do complemento de um projeto.

A velocidade, recorrente numa obra, levaria, segundo a Diretoria de Produto da ENCOL, à 'gambiarra de soluções' no momento de sua execução (ENCOL, 1990). As deficiências de projeto, ao remeterem às decisões no decorrer da obra, podem ter como consequências a perda de produtividade, o desandamento do sistema edificado e à falta de conformidade da obra em relação ao projeto.

Na construção civil é possível cogitar diversas interferências eminentes que podem provocar descodificações, e respostas, inesperadas na comunicação de quem projeta para quem executa a obra (ENCOL, 1990).

As patologias mais comuns na Construção Civil referem-se à fissuras, trincas, rachaduras, fraturas lineares, infiltração, manchas escuras, eflorescência, corrosão das armaduras e deterioração do concreto (CORSINE, 2011).

Em se tratando de fissuras Zanzarini (2018, p. 40) “demonstra que elas podem ser de origem térmica, onde são caracterizadas pela variação da temperatura nos materiais usados como é o caso da argamassa no estado endurecido, sendo que nesse estágio a argamassa pode ter sido manuseada de forma inadequadamente, sendo que também os profissionais podem ter utilizado outros materiais em excesso ou em pouca quantidade”.

Mais graves que as fissuras e trincas, as rachaduras são muito fáceis de serem detectadas pois ultrapassam o diâmetro de um milímetro. Costumam aparecer devido a micro movimentos de acomodação da edificação sobre o solo (CORSINE, 2011).

As fraturas lineares afetam apenas a estética da edificação, comprometendo o reboco das paredes. Lembrando que as microfissuras são inferiores a 0,05 mm. A questão é que essas fissuras menores podem evoluir para fissuras maiores pela infiltração de umidade e mofo (SOUZA; RIPPER, 1998).

Na construção civil, a infiltração é uma patologia em obras que não fizeram uma boa impermeabilização das estruturas ou por decorrência de problemas na instalação hidráulica, caixa d'água e falhas na cobertura (telhado e laje) (ARIVABENE, 2015).

As principais origens das manchas escuras são as chuvas que incidem em fachadas e coberturas que não foram previamente preparadas com uma boa impermeabilização, falhas no projeto ou na execução da obra, e também vapores de água que umedecem o local e provocam mofo nas paredes e tetos (ARIVABENE, 2015).

A eflorescência se refere à umidade e que causa mancha na parede, porém, as manchas são brancas na parede. O excesso dos sais solúveis presentes em alguns materiais de construção que, por conta da umidade e do mecanismo de capilaridade, acabam formando manchas brancas nos elementos construtivos (VERÇOZA, 1991).

Uma das principais causas de deterioração e falhas em estruturas de concreto é a corrosão das armaduras. A corrosão acontece de maneira progressiva resultando na fissuração e no desprendimento do concreto, comprometendo, portanto, a integridade estrutural e funcional da estrutura (MEIRA, 2017).

Geralmente a queda do desempenho de uma estrutura se refere aos seus problemas patológicos, que podem aparecer dado aos danos e vícios construtivos que são observados no decorrer dos anos em certos edifícios de acordo com os processos de deterioração (DO CARMO, 2003).

Para Trindade (2015), as deteriorações que ocorrem nas estruturas de concreto armado surgem por meio de diversas causas, sendo elas divididas em intrínsecas, extrínsecas ou físicas.

A resolução de um problema patológico envolve a adoção sistemática de um complexo conjunto de rotinas a serem implementadas, o know-how profissional usada na análise destes problemas tem sido muitas vezes caracterizado pela ausência de uma metodologia cientificamente reconhecida e comprovada prevalecendo em muitas situações a experiência do profissional, obtida ao longo dos anos e a utilização de métodos empíricos de análise prévia, tal fato é relevante quando se mostra necessária uma análise pormenorizada e individualizada da situação-problema, quando estes se mostram mais difíceis de serem solucionados (SOUZA; RIPPER, 1998).

Com o objetivo de tornar o processo de estudo de caso de problemas patológicos mais simples e objetivo, é recomendado o uso de uma metodologia, uma estrutura básica de análise de problemas. Lichtenstein (1985) fez uma proposta de um fluxograma básico fundamentado em uma sequência de três etapas, subdivididas em processos de análise e estudo: problema, vistoria do local, anamnese, ensaios em laboratório, diagnóstico, alternativas de intervenção, decisão de terapia e resolução do problema.

Os subsídios para análise são: vistoria do local, anamnese e ensaios em laboratórios. É fundamental que se elimine qualquer hipótese preconcebida a respeito das causas do determinado problema, assim, não se deve utilizar o diagnóstico como forma de se afirmar uma opinião já formada partindo de uma conduta não tendenciosa analisando sem parcialidade todos os dados coletados (DAL MOLIN, 1988).

Apesar de serem apresentadas as principais patologias, nem todos os elas se dão por

falhas de concepção ou inexistência de programas de controle de qualidade, também pode-se afirmar que muitas das manifestações ocorrem pelo uso inadequado e falta de manutenção da construção em si, para tanto, a criação de normas técnicas auxilia na formação de documentos como manuais de uso, utilização e manutenção, auxiliando usuários e o público leigo, na realização de manutenção preventiva para não ocorrência de problemas patológicos futuros decorrentes deste fator (DAL MOLIN, 1988).

Então, a manutenção das construções é um meio de se minimizar tais patologias. Entende-se por manutenção, o conjunto de atividades necessárias à garantia do desempenho atendendo a níveis satisfatórios, ou seja, é o conjunto de rotinas e procedimentos que tem por finalidade o prolongamento da vida útil de tal Construção, a um custo o mais compensador possível. A manutenção de estruturas é tida como um dos processos que compõem a construção de uma edificação, tão importante quanto à execução dele, para contribuir com o não surgimento destas (SOUZA; RIPPER, 1998).

Contudo, não se pode acarretar o surgimento de todos os problemas de patologias à falta de manutenção ou de ações adequadas pelos usuários, pois o surgimento das patologias se dá por uma combinação de erros em todas as fases de concepção da edificação, da eficiência da estrutura, dos métodos construtivos, das condições de agressividade do meio, porém há uma parcela de culpa dos usuários pela falta de manutenção à edificação (CBIC, 2013).

3. CONCLUSÃO

A importância da Construção Civil nas construções e obras que possibilitam a realização do sonho dos brasileiros, utilizando-se de técnicas que possibilitem contornar suas patologias, acaba proporcionando desenvolvimento social na nação.

Este trabalho conseguiu demonstrar quais são as patologias que ocorrem na área como as fissuras, trincas, rachaduras, fraturas lineares, infiltração de água, manchas escuras, eflorescência, corrosão das armaduras e deterioração do concreto. Ao mesmo tempo, respondeu quais são as ações que a área pode tomar como medidas que mitiguem essas patologias.

Por isso foi possível se responder que tais patologias são evitadas através de manutenção, qualificação profissional, uso de mão-de-obra especializada, uso de equipamentos eficientes e acompanhamento do engenheiro responsável pela Construção de maneira eficiente.

Conclui-se que por ser uma das áreas mais importantes da economia do país, deve ser assegurar o uso de mão-de-obra qualificada, especializada e o uso dos melhores equipamentos da área. Também sugere-se desdobrar esta pesquisa, aprofundando essas técnicas da Engenharia Civil, por serem relevantes para o cenário econômico do Brasil.

Referências

ARIVABENE, Antônio César. **Patologias em estrutura de concreto armado estudo de caso**. Monografia (MBA gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção) - Instituto de pós-graduação IPOG, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de Edificações Procedimento**. Rio de Janeiro, 1999.

AZEREDO, H. **O edifício até sua cobertura**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1997



- AZEVEDO, M. T. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Ibracon, 2011. V.2.
- BRASIL. **Código de Defesa do Consumidor**. Decreto Presidencial nº 2.181, de 20 de março de 1997, Brasília, DF, 1997.
- CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais**: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- CORSINE, M. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. São Paulo. 2011.
- CUNHA, Aimar e NEUMANN, Walter. **Manual de Impermeabilização e Isolamento Térmico**: como projetar e executar. Rio de Janeiro: Argus, 1979.
- DAL MOLIN, Denise C. Coitinho. **Fissuras em estruturas de concreto armado**: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/>>. Acesso em: 7 abr de 2023.
- DESKGRAPHICST. **Erros em projetos de construção civil**: como eles sugam a produtividade da sua equipe. Disponível em: <<https://blog.deskgraphics.com.br/erros-em-projetos-de-construcao-civil>>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- DO CARMO, P. O. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.
- ENCOL Diretoria de Produto. **Arquitetura empresarial**. Brasília: documento interno da empresa, 1990.
- GHINIS, C. P.; FOCHEZATTO, A. (2013), **Crescimento pró-pobre nos estados brasileiros**: análise da contribuição da construção civil usando modelo de dados em painel dinâmico, 1985-2008. Economia Aplicada, Vol. 17, No. 3, pp. 243-266.
- LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. **Patologia das construções**: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. 1985. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.
- MEIRA, G. R. **Corrosão de Armaduras em Estruturas de Concreto**: fundamentos, diagnóstico e prevenção. João Pessoa: IFPB, 2017.
- RIPPER, T; SOUZA, V. **Patologia, Recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- RIZZARDO, Arnaldo. **Condomínio edilício e incorporação imobiliária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2014.
- SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 109, p. 9-26, jul./dez. 2005.
- VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991. 172p.
- ZANZARINI, J. C. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. Paraná, 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, recursos humanos, 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.

ISBN: 978-65-80751-79-2

