

organizadores:

FABIANA AQUINO DE MORAES RÊGO
MIRIAN NUNES DE CARVALHO NUNES

2023

ENGENHARIA CIVIL

CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS

3 volume



Pascal
Editora

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

ENGENHARIA CIVIL
CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS
VOLUME 3

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.

219 f. : il.: (Engenharia civil; v. 3)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-023-4

D.O.I.: 10.29327/5334422

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

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	10
IMPORTÂNCIA DA HIDROMETRAÇÃO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
<i>Alexandro de Sousa Durans</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 2.....	19
PATOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO: PROBLEMAS OCACIONADOS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES	
<i>Rodrigo de Almeida Lima Pereira</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Ragenilton da Conceição de Lima</i>	
CAPÍTULO 3.....	29
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): ETAPAS E PROCEDIMENTOS DE USO GERAL	
<i>Vitor Augusto Gomes e Gomes</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 4	41
A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Lucivaldo Pinheiro Costa</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 5.....	53
A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	
<i>Bruno Vinicius Vidal de Jesus</i>	
CAPÍTULO 6.....	61
O USO DE PISO PERMEÁVEL COMO MEDIDA SUSTENTÁVEL NA CAPTAÇÃO DE ÁGUA	
<i>Caio Lucas Barbosa Cidreira</i>	
<i>Rafael Marochi</i>	
CAPÍTULO 7.....	70
MÉTODO CONSTRUTIVO “WOOD FRAME”: UMA OPORTUNIDADE SUSTENTÁVEL PARA O MERCADO DE CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRO	
<i>Kim de Sousa Soares</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
<i>Arthur Silva Soares</i>	
<i>Wellington Santos Araújo</i>	
<i>Tyla Mendes Ricci</i>	

CAPÍTULO 8	82
REVISÃO DO PADRÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉR- MICO, SOCIAL E AMBIENTAL ACARRETADO PELA CONSTRUÇÃO COM EPS (ISOPOR)	
<i>Marcelo Miranda Veloso</i>	
CAPÍTULO 9.....	90
A CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM RESIDÊNCIAS	
<i>Maikon da Silva Sousa</i>	
CAPÍTULO 10	103
PATOLOGIAS EM CONSTRUÇÕES E EDIFICAÇÕES	
<i>Wenysson Rodrigo Paixão Verde</i>	
CAPÍTULO 11.....	111
A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PROJETOS PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Renato Sousa Bezerra</i> <i>Eduardo Mendonça Pinheiro</i>	
CAPÍTULO 12	121
PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO: APLICAÇÕES EM PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS	
<i>Antônio Eudes Sousa Pereira</i>	
CAPÍTULO 13	132
A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A CONFEÇÃO DE CONCRETO	
<i>Mizael Martins Fajardo</i>	
CAPÍTULO 14.....	143
A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA MINIMIZAR O DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	
<i>Máximo Sergio Leite Nogueira</i>	
CAPÍTULO 15	154
A LOGÍSTICA DO CANTEIRO DE OBRAS E SUAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	
<i>Ferdinanda Costa Babosa</i>	
CAPÍTULO 16	166
PLANEJAMENTO E GESTÃO PARA EXECUÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS	
<i>Mateus do Nascimento Santos</i>	

CAPÍTULO 17	175
TELHADO VERDE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA <i>Gilgleydson Adley Vieira Pereira</i>	
CAPÍTULO 18	187
O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL <i>William Schneider</i>	
CAPÍTULO 19	198
A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS DE CONCRETO NA FABRICAÇÃO DE TUBOS DE CONCRETO <i>Wesley Rodrigo Sousa Santos</i>	
CAPÍTULO 20	206
INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONSTRUÇÕES MODULARES EM HOSPITAIS <i>Hélio Fridel Miranda Camelo</i>	
CAPÍTULO 21	213
A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO <i>Thiago dos Anjos Costa</i>	

I

IMPORTÂNCIA DA HIDROMETRAÇÃO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

IMPORTANCE OF HYDROMETERING IN THE WATER SUPPLY SYSTEM

Alexandro de Sousa Durans¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente artigo mostra que como a água é um elementantíssimo para vida humana, e que a mesma representa uma percentagem mínima de água disponível para o consumo humano e sua distribuição está de maneira desproporcional no nosso planeta, vários fatores como a sua exploração dos rios, grande desperdício, um crescimento populacional desordenado e como consequência a urbanização descontrolada, que acaba necessitando de um aumento na demanda para fornecimento de água potável, e isso faz com que nossos recursos hídricos que estão disponíveis se tornem ainda mais escasso. Com isso, ainda existe um agravante que são as perdas de água potável ocorridas durante o seu fornecimento às unidades consumidoras. E um dos principais objetivos das operadoras de fornecimento água é reduzir essas perdas em cada etapa do processo de fornecimento. A hidrometração mostra que há uma mudança radical no comportamento dos consumidores, pois os mesmos passam a evitar os desperdícios para que haja um aumento na sua conta. Assim, a cada aumento no índice de hidrometração, melhora a eficiência no fornecimento de água potável ao consumidor.

Palavras-chave: Hidrometração, Abastecimento, Água, Perdas.

Abstract

This article shows that as water is a very important element for human life, and that it represents a minimum percentage of water available for human consumption and its distribution is disproportionately on our planet, several factors such as its exploitation of rivers, great waste, disorderly population growth and, as a consequence, uncontrolled urbanization, which ends up necessitating an increase in demand for the supply of drinking water, and this makes our available water resources even more scarce. With that, there is still an aggravating factor, which is the loss of drinking water that occurs during its supply to consumer units. And one of the main objectives of water supply operators is to reduce these losses at each stage of the supply process. Hydrometering shows that there is a radical change in consumer behavior, as they start to avoid waste so that there is no increase in their account. Thus, with each increase in the hydrometering index, the efficiency in supplying drinking water to the consumer improves.

Keywords: Hydrometering, Supply, Water, Losses



1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei Federal Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. E com base no art. 3º, o saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais. De acordo com o estabelecido pela legislação, todo município deve elaborar o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), incluindo os quatro principais serviços do saneamento básico. O objetivo principal do plano é realizar o diagnóstico do saneamento básico do município, verificando as deficiências e necessidades, com o objetivo de garantir a promoção da segurança hídrica, a prevenção de doenças, a preservação do meio ambiente, e o desenvolvimento econômico do município.

O PMSB passa a ser um referencial para a obtenção de financiamento e valoriza o uso responsável dos recursos públicos, através de um planejamento e controle social. Assim, o plano atua como uma importante ferramenta estratégica de gestão para as prefeituras, titulares do serviço. Segundo Guimarães, Carvalho e Silva (2007), as boas ações de saneamento básico têm a finalidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças vinculadas ao meio ambiente, promovendo assim condições favoráveis à saúde. Além disso, é de conhecimento de boa parte da população que o saneamento básico é indispensável para o desenvolvimento socioeconômico de uma localidade, assim, sua importância deve ser encarada sob os aspectos sanitários e econômicos.

Os serviços de saneamento básico têm correlação direta com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que busca três dimensões básicas: educação, renda e longevidade. Essa última é um importante indicativo da saúde e retrata, em certo grau, as condições de saneamento (LIBÂNIO et al. 2005). O abastecimento de água, um dos segmentos do saneamento básico, tornou-se na atualidade, um dos principais temas de discussão no Brasil. De acordo com o Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) em 2018, 35 milhões de brasileiros não tinham acesso à água potável, um fator preocupante na medida em que atinge diretamente a saúde da população.

O objetivo geral é mostrar a importância da hidrometração no sistema de abastecimento de água, visando apresentar que realmente o uso do hidrômetro contribui para melhoria do abastecimento, tanto em quantidade como em qualidade as necessidades da população. Assim também na busca para alcançar os objetivos específicos, foi realizado na verificação, que o controle do abastecimento de água faz com que a população use mais responsabilmente a água; na avaliação das melhoras nos efeitos sobre as perdas com o uso do hidrômetro no sistema de abastecimento; na avaliação da utilização do hidrômetro, o equipamento trouxe retorno financeiro as operadoras dos sistemas e claro a melhoria na avaliação de satisfação do cliente em relação ao hidrômetro

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O trabalho de pesquisa foi realizado por uma revisão bibliográfica. Tratou-se da importância da hidrometração para o sistema de abastecimento de água (SAA). Esta pesquisa consistiu em uma abordagem qualitativa e descritiva, sem características exploratórias ou quantitativas, visto que trabalhou com bibliografias para uma revisão literária, em livros

e artigos publicados recentemente. As informações coletadas e analisadas apresentaram a notoriedade do hidrômetro nos sistemas de abastecimento de água, por meio da avaliação das perdas e no controle e consumo responsável, a satisfação do cliente em relação ao hidrômetro e o retorno financeiro dos investimentos.

O estudo se desenvolveu como uma pesquisa documental, em que foi consultado como referência os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA) dentre outros, para obtenção de informações acerca da utilização do hidrômetro no abastecimento de água. As pesquisas foram importantes para verificar se as residências onde não há hidrômetros e a fatura é gerada de outra forma, tipo por área construída em que não se fornece o quantitativo real da água consumida. Dessa forma, algumas famílias acabam pagando por um consumo diferente do real, sendo que umas pagam mais e outras pagam bem menos do que consomem, uma vez que há ainda o desperdício. Assim sendo, o faturamento gerado pela empresa muita das vezes não coincide com o consumo das residências que são abastecidas pela rede de distribuição.

Desta forma, a pesquisa mostra a importância da hidrometração, sobretudo, ao controle do faturamento, uma grande diminuição do desperdício de um bem precioso que a população necessita muito: a água. É muito importante que haja uma mudança de mentalidade e comportamento da população em relação ao recurso hídrico, sendo que o mesmo se encontra ameaçado com sério risco, de devido ao processo de poluição dos rios e da péssima distribuição da água, que deixa a situação grave, e compromete o abastecimento de milhares de pessoas.

2.2 Resultados e Discussão

Um dos pontos positivos que a hidrometração elenca é que os próprios usuários participam de uma forma direta no controle do seu próprio consumo, assumindo um papel responsável, e controla o próprio uso e elimina o desperdício desse bem que é a água em sua residência. A grande mudança de comportamento logo após a instalação do hidrômetro é uma das principais razões pela qual os usuários conseguem medir a redução no consumo de água em sua fatura. Isso também explica que a instalação dos medidores tem um impacto muito positivo no fornecimento, uma vez que cada hidrômetro está ligado ao cadastro de redes das companhias. Isso permite melhorar a visão e compreensão de toda abrangência do serviço, como o número de residências que são atendidas pela companhia e assim, permitir a elaboração de projetos e ações de forma mais eficiente para o abastecimento.

2.2.1 O Hidrômetro

O hidrômetro é um equipamento destinado a medir a quantidade de água fornecida pelo operador do sistema através da rede distribuidora. O equipamento possui um mecanismo de relojoaria que registra, em um mostrador numérico, a quantidade de água fornecida ao consumidor. Geralmente fica instalado no cavalete, como mostrado na Figura 1.

Segundo Miranda (2002), o conceito de perda de água é a diferença entre a água de entrada no sistema e o consumo autorizado.

As perdas de água podem ser consideradas para todo o sistema, ou calculadas em relação à subsistemas como: a adução de água bruta, o sistema de adução ou distribuição de

água tratada. Em cada caso as componentes do cálculo são consideradas em conformidade com a situação (ALEGRE et al., 2000). A micromedição é uma das principais causas das perdas visuais, mas na maioria das vezes são negligenciadas por alguns dos operadores dos sistemas de abastecimento de água. A experiência de muitos países e de várias cidades brasileiras leva a concluir que o consumo de áreas com ligações não hidrometradas fica limitado à capacidade de suprimento do sistema, pois nesses casos, o consumidor fica sem motivos para economizar água ou evitar desperdícios, através de torneiras defeituosas ou do reparo de vazamentos nas tubulações internas da residência. Mas o sistema de micromedição também apresenta problemas que devem ser verificados como: hidrômetros inclinados; hidrômetros mal dimensionados; hidrômetros com problemas diversos. Os hidrômetros com problemas diversos, acarreta erros de medição entre eles: hidrômetros parados, hidrômetros muito velhos e riscados - que favorece erros de leitura e medidores com sua validade vencida que leva a submedições. Observa-se que as perdas decorrentes dos problemas citados pela submedição de hidrômetros com problemas diversos, acarretará perdas de faturamento.

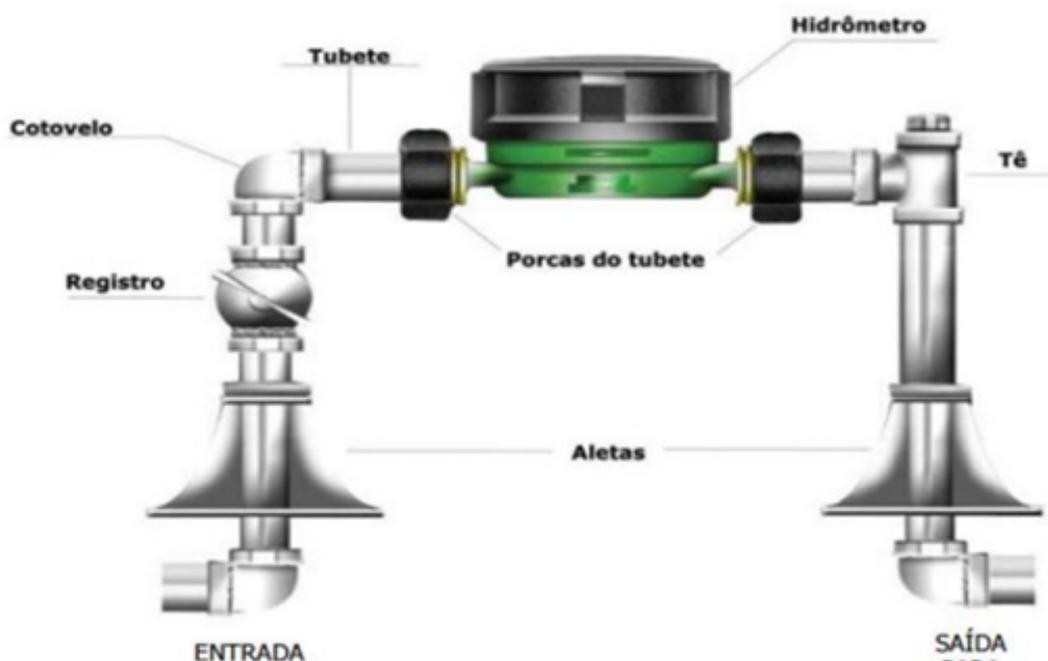


Figura 1. Esquema de instalação do hidrômetro

Fonte: SABESP (2009)

Na produção água do sistema de abastecimento, podem ocorrer perdas em adutoras de sucção de água bruta e também em linhas de recalque de água bruta, em conexões nas estações elevatórias e de tratamento. Já na distribuição, podem ocorrer perdas em adutoras de água tratada e também nas estações elevatórias, nos reservatórios, redes de distribuição, ramais prediais e nas unidades consumidoras (GONÇALVES, 1998).

Muitas empresas de saneamento realizam campanha contra o desperdício, e fazem ligação com o hidrômetro como na Figura 2.



Figura 2. Campanha de desperdício de água com referência ao hidrômetro.

Fonte: SAAE - Indaiatuba

2.2.1.1 Os Tipos de Hidrômetro

Segundo Nielsen (2003), os tipos mais comumente usados em companhias de saneamento são os seguintes:

Velocimétricos

São acionados pela ação da velocidade da água sobre um dispositivo móvel, que pode ser uma turbina ou rodas de palhetas, uma hélice, etc. (RECH, 1999). E podem ser do tipo:

- **Monojato:** Toda corrente é guiada por um injetor que movimenta as palhetas das turbinas, tangencialmente e na forma de um único jato. Estes medidores precisam de boas condições de instalação, trechos retos de tubulações a montante e a jusante e boas condições de aproximação do fluxo de água para serem utilizados nas melhores condições (NIELSEN, 2003).
- **Multijato:** A corrente de água é dividida por intermédio de uma caixa injetora em múltiplos jatos e estes incidem igualmente nas palhetas das turbinas (NIELSEN, 2003). O desenho hidráulico interno da câmara foi desenvolvido de modo que a rotação da turbina tenha uma relação constante com o volume que por ela passa, por exemplo, uma volta da turbina que equivale a 0,1 L – também chamado volume cíclico (ALVES et al., 2004). Atualmente é o medidor mais utilizado no Brasil.
- **Tipo Turbina Helicoidal:** Medidores com turbina e com pás helicoidais, que não necessitam de câmara de medição ou jatos tangenciais. Particularmente utilizados em diâmetros maiores que 50mm (2”), são também denominados medidores Woltmann (ALVES et al., 2004).

Volumétricos

Um fluxo é gerado por um pistão ou disco que se move dentro de uma caixa de medição que enche e seca de maneira alternada e contínua, deixando passar a cada volta ou

oscilação, um volume cíclico preciso (NIELSEN, 2003). Os hidrômetros volumétricos são mais precisos e sensíveis que os velociméricos, porém pelo fato de possuírem um sistema de câmara rotativa, que exige uma grande precisão construtiva e pequenas folgas entre as paredes do aparelho pode parar com facilidade se alguma sujeira se alojar entre as paredes da câmara e da carcaça (RECH, 1999).

2.2.2 Benefícios do Hidrômetro

O hidrômetro mede a quantidade exata de água que você utiliza e ajuda a controlar seus gastos eliminando os desperdícios de água tratada, melhorando positivamente em sua conta. Dentre várias melhorias que se observa com a instalação dos hidrômetros algumas são muito importantes:

- **Consumo Real:** O hidrômetro mostra quanto vai ser o consumo de água a cada período.
- **Controle de Uso:** Considerando somente os dígitos pretos, diminua a leitura realizada anteriormente pela leitura atual e encontre a diferença em metros cúbicos entre um período e outro.
- **Vazamentos em nossa rede domiciliar:** Com o uso do hidrômetro, o usuário consegue descobrir se há desperdício em canos ou em aparelhos sanitários. Feche as boias da caixa e do reservatório interrompendo o escoamento e monitore o indicador de movimento do medidor; este deve se manter parado, senão pode haver vazamentos.
- **Economia:** Utilizando água de forma consciente, verificando seus gastos e a eficiência de sua rede, evitando perdas desnecessárias, a sua fatura apresentará apenas o valor consumido no período. Isso representará uma redução nos valores em sua conta mensal.

2.2.3 Por que se faz necessário realizar a substituição desse equipamento?

O hidrômetro é um equipamento de muita precisão e que registra todo volume de água consumido em um imóvel ligado ao sistema de abastecimento de água da cidade. Ele é muito indispensável para que o usuário consiga ter controle do volume de água que está utilizando em sua residência e para que possa manter bons hábitos de consumo consciente, que são fundamentais para o consumo sustentável e a preservação do meio ambiente. Esse equipamento registra o consumo do imóvel em tempo real e é um gigante aliado na luta contra os desperdícios. A leitura dos medidores é realizada periodicamente e sua fatura é calculada com base no seu volume acumulado no mês, por meio da diferença da leitura atual pela última registrada no período anterior.

Dependendo do tempo de uso e das suas condições de conservação, o hidrômetro se desgasta de forma irregular e então é preciso fazer a troca. Os hidrômetros seguem rígidas normas de fabricação, têm uma tecnologia avançada e são certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que faz uma recomendação de troca em razão do tempo de vida útil do aparelho, de a cada 5 anos, aproximadamente. As concessionárias que exploram os serviços colocam em prática o modelo de troca de medidores, sempre seguindo protocolos de comunicação prévia. Assim, o cliente fica informado da programação da troca e com acesso às informações de como o equipamento

funciona, de como é realizada a medição e várias dicas de conservação. A substituição dos medidores de forma programada não gera custos adicionais para o usuário do imóvel.

O hidrômetro que além de ser um equipamento muito importante para que os usuários conheçam o seu consumo e com isso possam fazer o controle de sua economia doméstica, o medidor também tem uma grande importância social. Com as medições dos aparelhos em todos os imóveis, os governantes e as concessionárias conseguem um mapeamento preciso dos hábitos da população, detectando excessos, propondo campanhas de conscientização e projetando investimentos futuros no sistema de abastecimento das cidades. A substituição do hidrômetro também não provoca nenhum acréscimo na fatura, porém pode mostrar vazamentos nas suas instalações hidráulicas internas que não se percebiam anteriormente. Em grande parte dos casos, um eventual aumento identificado no consumo pode ser percebido em função de pequenos vazamentos nas instalações hidráulicas internas.

E este ponto é fundamental, pois pequenos vazamentos não aparecem dentro do imóvel podem ser desconsiderados pela falta de precisão de um medidor velho e desgastado. Existem ainda várias outras possibilidades, como o aumento da temperatura nos meses mais quentes ou em consequência do recebimento de visitas, ou mudanças nos hábitos de consumo dos usuários, por exemplo. A Concessionária tem que garantir a qualidade dos medidores instalados nas cidades onde atua, mas o cliente é totalmente responsável pela conservação do equipamento instalado em seu imóvel, podendo fazer a solicitação de sua substituição quando achar que mesmo se faz necessário. Os clientes sempre podem adotar alguns cuidados para ajudar a ampliar a vida útil do equipamento e garantir uma melhor precisão em suas medições.

3. CONCLUSÃO

A hidrometração ajuda a diminuir as perdas nos sistemas de abastecimento de água e se mostra muito mais importante, visto que ajuda a evitar os desperdícios operacionais e de faturamento. A macromedição e a micromedição no controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água apresentam ótimos resultados. Com a hidrometração, os índices calculados pelas companhias de saneamento fazem uma relação entre a quantidade de ligações existentes e a quantidade de águas medidas. Isso significa um resultado em percentual de medição de consumo de água para as companhias de saneamento tomarem as melhores decisões possíveis. O consumo de água precisa ser medido também pelo fato da Lei do Saneamento Básico que fala da forma de cobrança pelos serviços prestados que visam garantir a sustentabilidade econômica das empresas de saneamento. Assim, a hidrometração interfere conforme o artigo 29, § 1º, da referida lei, entre os quais podemos citar a Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos, recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço em regime de eficiência, estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços e incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços. A hidrometração está fortemente ligada a perdas em função de problemas de medição, seja pela falta de hidrômetros ou pela má condição deles, fraudes em ligações ativas, ligações clandestinas ou mecanismos de cobrança ineficientes.

Para outros trabalhos futuros sobre o tema, recomenda-se utilizar a pesquisa com os próprios de usuários para uma análise mais detalhada, separando por faixa de consumo, visando buscar assim uma maior confiabilidade no estudo das economias no consumo, visto que clientes com consumo maior terá bem mais impacto sobre a média do que ou-



tro com uma faixa de consumo menor. Várias outras verificações podem ser feitas, como a presença ou não de reservatório d'água nos imóveis, para que possamos fazer uma relação com a diferença de consumo. Também é recomendado fazer uma relação dos hidrômetros dimensionados com os consumos dos imóveis que, quando realizado de forma errônea, aumenta e muito a possibilidade de erros na medição.

Referências

ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. **Performance Indicators for Water Supply Services**. Londres: International Water Association - IWA, 2000. 162p.

ALVES, W. C.; PEIXOTO J. B.; SANCHEZ J. G.; LEITE S. R. **Micromedição: DTA D3**. Brasília: Programa de Combate Ao Desperdício de Água - PNCDA, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 2004. 171 p. Disponível em: <www.pncda.gov.br>.

BRASIL. Nº. 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Dispõem da Política Nacional de Saneamento Básico. Diário Oficial da União, (Brasília), 2007.

GONÇALVES, E. **Metodologias para Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água - Estudo de Casos da CAESB**. 1998. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em:< <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf> >. Acesso em: 01 abr. 2023.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, CA de L.; NASCIMENTO, N. de O. **A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública**.

MIRANDA, E. C. de. **Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas**. 2002. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

NIELSEN, M. J.; TREVISAN J.; BONATO A.; SACHET M. A. de C. **Medição de Água - Estratégias e Experimentações**. Curitiba: Sanepar, 2003. 200 p.

RECH, A. L.. Água, micromedição e perdas. São Paulo: Scortecci, 1999. 187 p.

2

PATOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO: PROBLEMAS OCASIONADOS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

**CONSTRUCTION PATHOLOGIES: PROBLEMS CAUSED BY MOISTURE IN
BUILDINGS**

Rodrigo de Almeida Lima Pereira¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Ragenilton da Conceição de Lima¹

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Este artigo discute sobre a umidade nas edificações e algumas de suas patologias que surgem desde o processo construtivo até sua utilização causando a redução de sua vida útil, além de representar riscos à saúde e à segurança para ocupantes, usuários e vizinhos. A umidade é uma das principais causas de degradação das edificações, e sua infiltração pode ocasionar problemas que afetam vários elementos de sua estrutura. O artigo apresenta as origens da umidade em edificações, manifestações causadas pela umidade e os métodos de intervenção para prevenção. O estudo demonstra a importância do diagnóstico precoce e da prevenção de patologias relacionadas à umidade para evitar perdas financeiras e riscos à saúde e a aumentar a vida útil das edificações. A metodologia de pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica de livros, teses, dissertações e artigos científicos publicados nos últimos dez anos. O conteúdo do artigo é voltado para a comunidade acadêmica, para a indústria da construção civil e público em geral, fornecendo uma visão geral acerca das manifestações de patologias relacionadas à umidade e suas intervenções.

Palavras-chave: Patologias. Impermeabilização. Umidade. Infiltração. Edificações.

Abstract

This article discusses moisture in buildings and some of its pathologies that arise from the construction process to its use, causing the reduction of its useful life, besides representing health and safety risks for occupants, users, and neighbors. Humidity is one of the main causes of the degradation of buildings, and its infiltration can cause problems that affect various elements of its structure. The article presents the origins of dampness in buildings, manifestations caused by dampness, and methods of intervention for prevention. The study demonstrates the importance of early diagnosis and prevention of moisture-related pathologies to avoid financial losses and health risks and to increase the life span of buildings. The research methodology involved a literature review of books, theses, dissertations, and scientific articles published in the last ten years. The content of the article is aimed at the academic community, the construction industry, and the general public, providing an overview of the manifestations of moisture-related pathologies and their interventions.

Key-words: Pathologies. Waterproofing. Humidity. Infiltration. Buildings

1. INTRODUÇÃO

As patologias construtivas são falhas que podem ocorrer em diversas fases do processo construtivo de uma edificação, as manifestações patológicas quando não identificadas, avaliadas e diagnosticadas provocam deterioração precoce da edificação diminuindo sua vida útil, e pode causar transtornos e comprometer à saúde e à segurança de seus ocupantes, usuários e vizinhos.

O homem desde os primórdios da civilização sempre teve grande preocupação com a estruturação de suas edificações buscou sempre novos meios e técnicas para adaptá-las ao seu uso, mas corriqueiramente foi assolado por manifestações patológicas em suas construções, dentre as quais descantam-se as ocasionadas pela umidade, que não só é a causa, mas também um meio para desencadear outras manifestações nas edificações.

Devido ao alto poder de penetração da água, a umidade, pode desencadear várias outras manifestações, afetando diversos elementos, tornando a edificação mais vulnerável. Toda edificação está sujeita a falhas e muitas vezes essas falhas estão relacionadas a umidade. Diante do exposto este estudo apresenta a origem da umidade nas edificações e relata os métodos de intervenção para evitar as manifestações patológicas relacionadas a umidades e seus benefícios.

A água pode ter várias origens dentro das obras de construção civil, pois está presente no meio ambiente através dos lençóis freáticos, chuvas e em algumas regiões resultante de neves. Ela é indispensável pois está também presente desde a confecção de concretos, argamassa e execução de algumas etapas para a construção da edificação até a sua utilização pelos usuários da edificação através dos sistemas hidrossanitários.

Nesse contexto, o estudo teve como objetivo demonstrar algumas das manifestações patológicas geradas pela umidade e formas de prevenção contra umidade. É extremamente importante o conhecimento sobre a umidade e suas patologias que nos permite antever onde possivelmente ocorrerão falhas e aplicar os métodos adequados e específicos a fim de evitá-las.

O conteúdo deste trabalho buscou contribuir com a sociedade acadêmica a partir do estudo sobre as manifestações patológicas ocasionadas pela umidade nas edificações, apresentou os problemas e métodos de intervenção necessários. Para a sociedade em geral e construção civil as principais manifestações patológicas geradas pela umidade nas edificações e a importância do diagnóstico precoce das mesmas que além de evitar prejuízos financeiros e à saúde, traz um aumento da vida útil da estrutura e conseqüentemente da edificação.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de pesquisa bibliográfica, onde obteve-se informações acerca do tema. A pesquisa foi constituída a partir de consultas em livros, monografias, dissertações e artigos científicos. Foram utilizados nesta pesquisa trabalhos científicos publicados nos últimos 10 (dez) anos. Todavia houve necessidade de pesquisar em referências com data anterior a publicação de 2013 devido à ausência de determinadas informações em edições mais recentes.



As palavras-chave utilizadas na busca foram: Patologias; construção civil; infiltrações; impermeabilização; umidade.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Umidade nas edificações

De acordo com Silva e Sales (2013), uma das manifestações patológicas mais difíceis e persistentes de lidar nas construções é a umidade, e isto, deve-se a falta de informações e aprofundamento de estudos e pesquisas sobre o tema. Os problemas ocasionados pela umidade trazem grandes desconforto e deterioração rápida das edificações que por sua vez levam a soluções caras. Esse mesmo pensamento é compartilhado com Lonzetti, (2010, p.10) quando diz que,

Um dos maiores causadores de manifestações patológicas em edificações é a água. Ela apresenta grande capacidade de causar degradação estrutural, deterioração de pinturas, desagregação do revestimento, gerar ambientes úmidos e insalubres que são propícios para o desenvolvimento de fungos e bactérias, prejudiciais à saúde (LONZETTI, 2010, p. 10).

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

Todos os profissionais da construção civil sabem os riscos e danos que a umidade pode causar nas edificações, que por muitas vezes pode ser lento, mas letal para a edificação trazendo sérios problemas em diversos sistemas prediais e estruturais como concreto, armaduras, alvenaria e pinturas.

2.2.2 Origem e vias de acesso da umidade nas edificações

Para se dar início a manifestações patológicas a umidade ou água tem que ter contato com os materiais de construção. Por ter diversos meios de acesso se faz necessário compreender, antes de tudo, a origem da umidade, isto é, de onde vem a água que causa danos as edificações.

De acordo com Thomaz (2020) e Verçoza (1991), as vias de acesso para umidade são: umidade resultante da produção dos componentes, umidade proveniente da execução da obra, umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológicos, umidade do solo e umidade resultante de vazamentos em redes hidráulicas.

Com relação ao surgimento de umidade através dos sistemas hidrossanitários, Verçoza (1991) observa que é difícil a identificação do local e de realizar a sua correção. Isso se dá pelo fato de que na maioria das vezes os problemas encontrados estão abaixo da construção, sendo estes bastantes danosos para a edificação.

A tabela 1 apresenta a relação entre a umidade e suas origens, apresentando os locais onde podem ser encontradas.

Origem	Definição	Presente na
Execução	Utilizada na realização de atividades.	Confecção do concreto; Confecção de argamassas; Execução de pinturas.
Fenômenos meteorológicos	Umidade do ar, chuvas e neve.	Cobertura (telhados); Paredes; Lajes de terraços.
Umidade Ascensional por capilaridade	Umidade presente no solo que sobe para a estrutura; com influência do lençol freático	Piso; Paredes.
Redes de água e esgoto	Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgoto	Paredes; telhados; pisos e terraços.
Condensação	Umidade de Vapor d'água presente na superfície das estruturas.	Paredes, forros e pisos; Peças com pouca ventilação; Banheiros, cozinha e garagens.

Tabela 1. Umidade nas edificações e suas origens

Fonte: Adaptado De Klein (1999); Thomaz (2020); Verçoza (1991)

Segundo Souza (2008 apud BAUERMAN, 2018, p.18) diz que a umidade resultante da fase de execução da obra é normal e indispensável para coesão no processo de confecção das argamassas, compactação do solo e demais materiais de construção. Para o autor a umidade evapora em um período médio de até seis meses, sendo despreocupante e desconsiderado em projetos.

A origem e vias de acesso da umidade está associada à fatores naturais, utilização dos sistemas hidráulicos e erros de execução, sendo assim, se torna um fator inevitável, exigindo um cuidado maior por parte do técnico responsável durante a fase execução da edificação, sendo necessária uma análise dos fatores de umidade presentes no ambiente a fim de evitar seu excesso e conseqüentemente o surgimento de manifestações patológicas. A umidade só converte em problema quando acaba por manifesta-se de forma indesejada em proporções muito acima da tida como aceita (CDT, 2012).

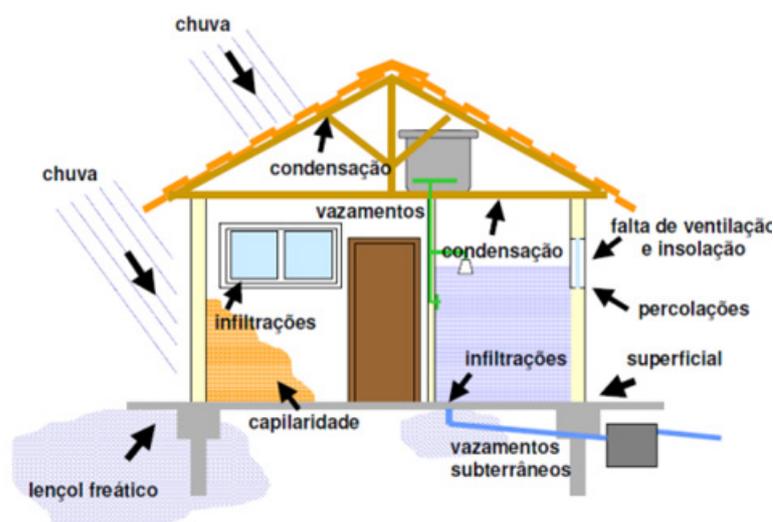


Figura 1. Vias de acesso e atuação da umidade nas edificações

Fonte: Pozzobon (2007, apud Siqueira 2018, p.22)

2.2.3 Manifestações patológicas causadas pela umidade

De acordo com Bauermann (2018), as patologias na construção civil podem ser entendidas como o mal funcionamento dos elementos construtivos. O mau funcionamento dos elementos construtivos relacionados à umidade leva ao surgimento de manifestações devido à exposição ao meio úmido.

O desempenho de uma edificação advém da forma pela qual ela reage às condições externas às quais é exposta, tendendo a um equilíbrio dinâmico. No entanto, a forma como um edifício se comporta frente à ação externa varia devido a elementos do processo construtivo, como desleixos na projeção ou na construção, ou até mesmo à negligência no uso da estrutura (CARVALHO; PINTO, 2018, pag. 12)

Na construção civil os problemas relacionados à umidade nas edificações podem causar manifestações patológicas tais como: goteiras, manchas, mofo e bolor, apodrecimento, ferrugem (oxidação), eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração (SUPLICY, 2012; MARQUES, 2021; OLIVEIRA; SILVA, 2021).

As goteiras representadas na figura 02, são causadas por falhas na impermeabilização de determinados materiais tornando-os permeáveis em relação a água, ocorre principalmente em telhados e lajes mal acabadas ou danificadas, nota-se sua presença em épocas de chuva. Goteiras e manchas são os defeitos mais comuns relacionados a infiltrações (MARQUES,2021).



Figura 2. Goteiras

Fonte: Adaptado de Laje (2012).

Os mofos e bolores representados na figura 03, são organismos vivos que precisam de água e ar para proliferação, a umidade se torna um fator importante para o desenvolvimento desses fungos, em geral a umidade está associada a fatores como: construção, precipitação, condensação, capilaridade. Penetrando em madeiras deposita enzimas que as corroem, nas alvenarias aparecem em forma de manchas que escurecem com o tempo (MARQUES,2021; FONSECA e ROCHA, 2021).

Os mofos e bolores são danosos à saúde pois esses microrganismos liberam esporos que podem causar alergias, asma e outros problemas respiratórios, além de trazer problemas a edificações, muitas vezes são difíceis de tratar por isso é de grande importância antevê-los e tratá-los quando surgirem.



Figura 3. Mofo e bolor

Fonte: Adaptado de Marques (2021)

A umidade é um fator que está ligado diretamente à corrosão, nas estruturas de concreto armado esse fator é a oxidação/ferrugem nas armaduras como demonstrado na figura 04. As armaduras ao sofrerem oxidação expandem seu volume, causando deterioração dos cobrimentos, causando problemas estruturais (SOUZA, 2008).



Figura 4. Corrosão em armaduras

Fonte: <https://www.coplas.com.br/corrosao-em-armaduras-causas-e-metodos-de-prevencao/>

As eflorescências apresentadas na figura 05, são formações salinas na superfície das paredes, pisos e teto trazidas do interior através da umidade. Caracteriza-se pelo aspecto esbranquiçado a superfície da pintura ou reboco. As eflorescências causam danos apenas macroestrutural, apenas em zonas próximas a superfície, bem como a degradação estética (LAJE, 2012).



Figura 5. Eflorescência

Fonte: <https://mundodatinta.wordpress.com/>

2.2.4 Prevenção contra a umidade (impermeabilização)

O IBI (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMABILIZAÇÃO) define que impermeabilização é conjunto de técnicas que através de projetos e produtos adequados tem por objetivo proteger diversas áreas de uma edificação contra as infiltrações de água em forma líquida ou em forma de vapor d'água. A falta dos sistemas de impermeabilização resulta em diversas manifestações patológicas (MARQUES, 2021).

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

A NBR 9575 (ABNT, 2010), classifica os tipos de impermeabilização em dois de acordo com seus materiais constituintes, que podem ser rígidos ou flexíveis de acordo com a sua aplicação.

A impermeabilização rígida é caracterizada pelo uso de aditivos químicos para tornar a área onde se deseja aplicar impermeável. Os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, sendo assim indicado apenas para locais onde não há grande variação de temperatura e que estão facilmente sujeitos a trincas (SCHREIBER, 2012).

A impermeabilização flexível é caracterizada pela utilização de membranas e mantas. As membranas ficam caracterizadas por serem moldadas in loco, enquanto as mantas são pré-fabricadas. Sua utilização é indicada para lugares onde há movimentação da estrutura NBR 9575 (ABNT, 2010).

O principal motivo para realizar a impermeabilização é garantir o conforto e durabilidade de uma edificação. A impermeabilização trata de proteger as partes mais vulneráveis das edificações contra ações causadas pela umidade nas edificações (MARQUES, 2021).

Diante disto, faz-se necessário a prevenção contra a umidade e suas patologias, a (CDT, 2012), aponta as seguintes vantagens obtidas através da prevenção contra umidade: redução do aparecimento de bolores e fungos, além de doenças associadas a esses microrganismos, como alergias; Diminuição significativa de outras doenças causadas pela umidade, principalmente no inverno e períodos chuvosos; Aumento da durabilidade da edificação e ganhos de capital, como bem como os materiais que o compõem (a umidade

provoca deterioração dos acabamentos, prejudica as barras de reforço de concreto, etc.); Aumento dos níveis de conforto hidrotérmico; Economia de energia de aquecimento, dependendo da área clima e estação do ano.

Com base em todas as vantagens apresentadas acima, nota-se que o processo de impermeabilização para prevenção contra umidade é de grande importância para saúde e segurança não só das estruturas de uma edificação, mas também para seus usuários e ocupantes, protegendo-os contra possíveis problemas ocasionados pela umidade.

3. CONCLUSÃO

Nesse artigo, foi abordado a origem da umidade nas edificações e os métodos de intervenção para prevenir e tratar essas patologias. A pesquisa bibliográfica realizada permitiu identificar as principais manifestações patológicas causadas pela umidade e demonstrar a importância do diagnóstico precoce e da prevenção dessas patologias para evitar perdas financeiras e riscos à saúde, além de aumentar a vida útil da edificação.

É fundamental que a indústria da construção civil e a sociedade em geral estejam cientes da gravidade dos problemas ocasionadas pela umidade e implementem medidas preventivas adequadas para garantir a segurança e durabilidade das edificações.

Em conclusão, a umidade é uma das principais causas de patologias construtivas nas edificações, podendo levar a problemas que afetam vários elementos da estrutura, além de representar riscos à saúde e segurança dos ocupantes e vizinhos. O conhecimento e a aplicação das técnicas adequadas de prevenção e intervenção são essenciais para garantir a durabilidade e a segurança das edificações.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575: Impermeabilização -Seleção e projeto**, Rio de Janeiro, ABNT, 2010.
- BAUERMANN, Cristiano Vieira. **Patologias provocadas por umidade em edificações**. 2018. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade para o desenvolvimento do estado e da região do pantanal, Anápolis, GO, 2018.
- BARROSO, Gustavo Ferreira. **Sistemas de impermeabilizações (Ênfase em manta asfáltica)**. Revista de Iniciação Científica da Universidade vale do Rio Verde, Três Corações, v. 5, n. 1, 2015, p. 42-57.
- CARVALHO, Yuri Mariano; PINTO, Vivian Gemiliano. Umidade em edificações: conhecer para combater. **ForScience**, v. 6, n. 3, 2018.
- CORPORACIÓN DE DESARROLLO (CDT). **Húmedad por condensación en viviendas**. 2. Ed. Santiago de Chile: Trama Impresores, 2012.
- ERCIO, Thomaz. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.
- KLEIN, Dario Lauro. **Apostila do curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre, v. 10, 1999.
- LOZZENTI, Felipe Brischoff. **Impermeabilização em subsolos de edificações residenciais e comerciais**. 2010. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.
- MARQUES, Natany Silvério. **Manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações em rio verde – Goiás**. 2021. 33 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2021.
- OLIVEIRA, Caio Santos de; SILVA, Jefferson Santos. **Estudo de patologias causadas por umidade em edi-**

ficações residenciais. 2021. 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UniE-VANGÉLICA, Anápolis, GO, 2021.

SILVA, Igor de Sousa; SALES, Juscelino Chaves. **Patologias Ocasionadas pela Umidade: Estudo de Caso em Edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).** In: IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas. 2013.

SUPLICY, George Felix. **Patologias causadas pela umidade nas Edificações.** 2012. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana de Mackenzie, São Paulo, SP, 2012.

LAJE, Adriana Duarte Brina. **Patologias associadas à umidade soluções ao caso concreto.** 2012. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.

SCHREIBER, Patrícia Antônia de Abreu. **Impermeabilização de lajes de cobertura: caracterização, execução e patologias.** 2012. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas Edificações.** 2008. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.

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

3

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA): ETAPAS E PROCEDIMENTOS DE USO GERAL

WATER TREATMENT STATIONS (WTP): STEPS AND PROCEDURES OF GENERAL USE

Vitor Augusto Gomes e Gomes¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A estação de tratamento de água (ETA) é fundamental para a melhoria do saneamento ambiental de uma cidade, quanto maior a cobertura territorial melhor será a qualidade, as condições e a expectativa de vida da população. A água deve passar por esse processo para tornar-se mais aceitável para uma utilização final desejada. Diante do exposto apresenta-se como tema desta pesquisa Estações de tratamento água (ETA): etapa e procedimentos de uso geral. Para nortear a pesquisa questionou-se: quais as etapas e procedimentos gerais cogentes ao tratamento da água, para assegurar o seu uso? Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi de entender as etapas e procedimentos necessários ao tratamento da água disponibilizada para consumo da população, seguidos, de modo geral, nas Estações de Tratamento de Água (ETA). A metodologia aplicada tratou-se de uma revisão de literatura, e utilizou-se o 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*. Após a pesquisa observou-se que cada uma das etapas envolvidas no processo de tratamento de água é uma medida essencial para o monitoramento da eficiência do processo, da qualidade da água e para a determinação de eventuais falhas.

Palavras-chave: Água, Tratamento de água; Reuso da água; Saneamento básico;

Abstract

The water treatment plant (WTP) is essential for improving the environmental sanitation of a city, the greater the territorial coverage, the better the quality, conditions and life expectancy of the population. Water must go through this process to become more acceptable for a desired end use. Given the above, the theme of this research is Water Treatment Stations (WTP): step and procedures for general use. To guide the research, the following question was asked: what are the steps and general procedures required for water treatment, to ensure its use? In this context, the objective of this work was to understand the steps and procedures necessary for the treatment of water available for consumption by the population, followed, in general, in Water Treatment Stations (ETA). The applied methodology was a literature review, and the qualitative and descriptive method was used. The search was carried out using the following search engines: *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), *Revista Eletrônica de Engenharia* (REEC), *Google Scholar* and *Scribd*. After the research, it was observed that each of the steps involved in the water treatment process is an essential measure for monitoring the efficiency of the process, the quality of the water and for determining any failures.

Keywords: Water, Water treatment; Water reuse; Basic sanitation;

1. INTRODUÇÃO

A água é necessária para o desenvolvimento e crescimento econômico, social e político de um país. O sistema de abastecimento público, fornece ao consumidor a água dentro dos padrões estabelecidos e esse tratamento constitui uma das principais etapas do processo que tem como finalidade remover a concentração de contaminantes garantindo a qualidade da água.

A estação de tratamento de água (ETA) é fundamental para a melhoria do saneamento ambiental de um país, quanto maior a cobertura territorial melhor será a qualidade, as condições e a expectativa de vida da população. Esse procedimento de água descreve os processos utilizados para tornar a água mais aceitável para uma utilização final desejada.

Diante desse contexto, justifica-se a realização deste trabalho para discutir ações sobre o tratamento de água, a fim de que, através do entendimento da sua importância e metodologia, possa apresentar e incentivar aperfeiçoamentos no sistema que requerem além desse conhecimento científico, investimentos em tecnologias e a expansão dos tratamentos de água que incidem no controle e redução das doenças, impedindo seus impactos sobre a sociedade e o ambiente.

Nota-se que ainda existe dificuldades, como mitigação ou mesmo a falta de investimentos na área, que prejudicam, sobretudo, o manuseio de métodos usados no tratamento, para a obtenção de uma água com qualidade para o consumo. Assim, é importante atentar aos procedimentos principais de tratamento, para assegurar esta qualidade. Portanto a questão que orienta essa pesquisa é: quais as etapas e procedimentos gerais cogentes ao tratamento da água, para assegurar o seu uso?

O objetivo geral do presente estudo foi entender as etapas e procedimentos necessários ao tratamento da água disponibilizada para consumo da população, seguidos, de modo geral, nas Estações de Tratamento de Água (ETA). Além dos objetivos específicos são evidenciar as etapas e procedimentos adotados, de modo geral, nas ETAs, para obtenção de água própria para o consumo; investigar a efetividade do tratamento da água captada nas fontes primárias, para a população e ambiente, abrangendo a redução de doenças e epidemias e explicar como o uso racional da água potável pode alargar os benefícios oriundos de melhorias no sistema de tratamento da água.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O trabalho tratou-se de uma revisão bibliográfica de matérias já publicadas, utilizou o 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. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigos que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos. Foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografias publicados nos último dez anos.



2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Características do sistema convencional e tratamento de água

Dessa maneira Meneses (2011) explica que para o homem viver em comunidade, é de suma importância a existência de um conjunto de sistemas de infraestrutura nos centros urbanizados que objetive atender as necessidades da população.

A água como um dos bens mais preciosos do planeta, é necessária para a sobrevivência de todo tipo de vida, sendo de extrema importância a preservação desse bem que a cada dia está mais escasso para o consumo. Contudo, de forma preocupante, a água do planeta tende a escassear em virtude do crescimento demográfico, da urbanização, da expansão da agricultura e do grau de industrialização, o que gera expectativas de acirramento da disputa por esse recurso e uma crise de abastecimento em dimensões (LUCENA, 2013).

Segundo Mendes e Coelho (2008) explicam que um dos maiores intensificadores do problema de qualidade da água é o desenvolvimento econômico, principalmente em países em desenvolvimento onde o crescimento industrial se encontra em andamento, não se leva em consideração os cuidados com o meio ambiente e com a água, onde muitas vezes acontece o lançamento de efluentes industriais e resíduos diretamente nos corpos d'água sem nenhum tratamento.

Esse mesmo pensamento é compartilhado por Souza (2014), que afirma, que quando se pensa na utilização da água para consumo humano, percebe-se que a qualidade é um aspecto indispensável, por isso o seu uso sofre constantes restrições em função dos prejuízos que as ações naturais e antrópicas têm causado nos rios que abastecem os centros urbanos.

Bongiovani (2010) também faz algumas observações sobre a preocupação em cuidar das águas que é uma constante em todas as esferas científicas e governamentais, e além de ser um bem econômico, utilizada na agricultura, na indústria, na pecuária, é mundialmente considerada como uma fonte importantíssima de abastecimento para consumo humano, por isso um tratamento adequado é mais do que simplesmente importante.

Azevedo Netto *et al.* (2008) define o SAA como um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outras atividades necessárias para melhorar o conforto da população.

De acordo com a Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 em seu Art. 5º, inciso VI o sistema de abastecimento de água é a instalação composta por conjunto de obras civis materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (BRASIL, 2011).

Oliveira (2014), afirma que a água para consumo humano faz parte de uma série de ações de saneamento e deve ser garantida pelo município, responsáveis do serviço, e de responsabilidade compartilhada pelos governos estadual e federal. Portanto, para promover o abastecimento de água, é necessário potabilizar a água natural.

A Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 descreve que o procedimento compõe na acomodação da água bruta aos critérios de potabilidade determinado. Nessa perspectiva, Botero (2009) explica que o tratamento de água por meio da remoção de partículas coloidais suspensas, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias podem ser prejudiciais à saúde humana.

Nesse contexto cabe a contribuição de Achon (2008) quando explica que para realizar um tratamento de água completo, a mesma passa por várias etapas, caso contrário, pode levar a uma falha final, o que acarretará custos operacionais. Durante o tratamento ocorre o consumo de produtos químicos, controle da operação, perda de água, consumo de energia e geração de resíduos e após o tratamento: a qualidade da água tratada, a análise dos resíduos gerados e sua destinação final. O controle de qualidade em cada estágio faz com que a estação de tratamento de água (ETA) cumpra os padrões e regulamentos de qualidade relevantes.

De acordo com a explicação de Heller e Pádua (2010), para o tratamento convencional inclui as seguintes operações principais: peneiramento, oxidação, coagulação, floculação, decantação, flotação, filtração, desinfecção, fluoração e estabilização química.

Tsutiya (2008) comentou que a nascente subterrânea é usada como um pré-filtro (chamado de peneira) para coletar água do aquífero e evitar o transporte de partículas de sedimento, prolongando assim a vida útil do poço. Em fontes rasas, eles são usados para reter partículas grossas que geralmente estão localizadas na área de captação e podem estar presentes na própria ETA.

Guizani *et al.* (2018) explicaram que o objetivo da oxidação e aeração é oxidar substâncias orgânicas e inorgânicas existentes para facilitar a remoção em operações subsequentes. Adsorção e troca iônica também são métodos para remover compostos orgânicos e inorgânicos indesejáveis.

Na floculação, a água é agitada em velocidade reduzida para proporcionar o contato entre as impurezas e o coagulante, o que promove um aumento no tamanho dessas partículas. Durante a decantação, as impurezas irão se depositar no fundo do tanque, o que é diferente da flotação. Na flotação, as bolhas irão trazer as impurezas para a superfície do tanque. A filtração remove o material particulado ao passar água por um leito (geralmente areia e/ou antracito). Por outro lado, a filtração por membrana pode remover materiais orgânicos e inorgânicos, inclusive materiais dissolvidos, por meio de aberturas menores que 1 μm (HELLER; PÁDUA, 2010).

De acordo com as regras da norma de aplicabilidade, devem ser utilizados padrões microbiológicos, nos quais a água para consumo humano não deve conter bactérias (bactérias que podem identificar contaminação fecal). A bactéria *Escherichia coli* é utilizada para avaliação do sistema de distribuição sendo que a água passa por um processo de desinfecção com a finalidade de inativar microrganismos patogênicos (BRASIL, 2017).

Caso seja preciso reduzir a dureza da água, pode-se utilizar um tratamento de amaciamento, que também pode remover alguns poluentes inorgânicos. A fluoração visa combater a bactéria e a estabilização química, e reduzir os efeitos da corrosão ou descamação por meio da regulação da água (HELLER; PÁDUA, 2010).

Filtração é um método de tratamento no qual a água escoar através de um meio filtrante que remove partículas suspensas, partículas coloidais e microorganismos da água. A eficiência dessa técnica depende das propriedades do meio filtrante, suspensão e propriedades hidráulicas (DI BERNARDO, 2009).

A principal vantagem dessa tecnologia é que não utiliza coagulantes químicos, pois é o mecanismo biológico de formação dos biofilmes. Além de remover as partículas fisicamente retidas no meio filtrante, também auxilia na remoção de organismos que podem disseminar doenças. No entanto, a taxa de filtração desse método é reduzida para menos de 6 $\text{m}^3 / \text{m}^2 / \text{dia}$ (GUSMÃO, 2010).

2.2.2 Tratamento de água para abastecimento público

De acordo com Sperling (2005) a cor responsável pela coloração da água é constituída pelos sólidos dissolvidos, que podem tanto ter origem natural como antropogênica. A origem natural é através da decomposição da matéria orgânica principalmente de vegetais e pela presença de ferro e manganês, ela não apresenta riscos à saúde humana, porém a coloração da água contendo matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos. A origem antropogênica vem de resíduos industriais e esgoto doméstico, podendo conter ou não toxicidade.

Conforme Braga (2014) afirma, a turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma. Os sólidos em suspensão são os responsáveis pela turbidez na água e podem vir, tanto de origem natural, através de partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos, como de origem antropogênica, por meio de despejos domésticos e industriais, microrganismos e erosão.

Cabe também a contribuição de Libânio (2010) quando comenta que a determinação da concentração de sólidos não é comumente realizada nas estações de tratamento por causa da morosidade das análises, dos equipamentos utilizados e a menos precisão para concentrações pequenas, sendo assim, substituídas pelas análises de cor, verdadeira, aparente e turbidez.

Para Viana (2003), a temperatura da água e dos fluidos em geral, indica a magnitude da energia cinética do movimento aleatório das moléculas e sintetiza o fenômeno de transferência de calor à massa líquida. As alterações de temperatura das águas naturais decorrem em especial da insolação, estando influenciada diretamente pelo clima e latitude, e quando de origem antrópica, a lançamentos de despejos industriais – águas de caldeiras e/ou de refrigeração.

Apresenta-se ainda ao tratamento da água o Potencial Hidrogeniônico (pH) que representa a concentração de íons de hidrogênio indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa total de pH é de 0 a 14. Os constituintes responsáveis são os sólidos e gases dissolvidos, de origem natural vindo da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. E de origem antropogênica resultantes de despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2005).

Em relação a Condutividade elétrica indicada pela capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em cátions e ânions, tem-se as soluções que apresentam a condutividade elétrica elevada e onde encontra-se a presença da maioria dos compostos inorgânicos e quando a condução de corrente elétrica é reduzida encontra-se compostos orgânicos que não se dissociam em soluções aquosas (LIBÂNIO, 2010).

A contribuição de Pádua e Ferreira (2006) refere-se as bactérias heterotróficas, afirmam que estas também podem controlar a característica da água, preferencialmente em sistemas de acolhimento de água. As bactérias heterotróficas que se encontra grandes quantidades na água pode dificultar o desenvolvimento de bactérias coliformes, transportando os efeitos falsos negativos. As bactérias patogênicas essenciais presentes no abastecimento de água são: *Campylobacter jejuni*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae* e *Yersinia sp.*

Libânio (2010) explica que os vírus são microrganismos patogênicos, alguns crescem no intestino dos animais e são chamados de entéricos. Não é viável utilizá-lo como microrganismo indicador porque o número de vírus na água é muito pequeno, os mais comuns

em sistemas de distribuição de água são: *Adenovírus*, *Enterovírus*, *Hepatite A*, *Norwalk*, *Reovírus*, *Coxsackie* e *Rotavírus*

Giardia e *Cryptosporidium* são os dois principais protozoários vetores de doenças aquáticas, apresentando-se na forma de cistos e oocistos e além de resistentes à desinfecção, também podem sobreviver em ambientes aquáticos limpos, principalmente quando o cloro é utilizado e também mostrar a persistência desses patógenos na água (HELLER et al., 2010).

Bernardo e Paz (2010) afirmam que o crescimento das algas e cianobactérias na primavera traz alguns problemas ao tratamento e com o aumento do consumo de produtos químicos há a diminuição da sedimentação dos flocos, portanto, esses serão transportados para o filtro, resultando na redução da carga de filtração e redução do cloro, aumentando a demanda e na desinfecção aumentar a possibilidade de formação de trihalometano (THM).

O Regulamento do Ministério da Saúde nº 2914 definiu que o tratamento de água tem a finalidade de adaptar a água bruta aos modelos determina com o mínimo de custos de fixação, execução e procedimentos possíveis. A preferência da tecnologia mais apropriada deve ser levada pelas consecutivas razões: i) elementos da água bruta; ii) gastos envolvidos; iii) manipulação e confiança dos equipamentos; iv) agilidade operacional; v) localização geográfica e elementos da população (BRASIL, 2011).

A tecnologia determinada para o recurso apropriado da água para o consumo humano são: absorção em várias fases, absorção direta crescente, filtração direta descendente, dupla absorção, floto-filtração e ciclo completo. Esta pesquisa fez referência somente ao avanço de ciclo completo, já que a ETA mira deste estudo tem implantação dessa tecnologia (BRAGA, 2014).

Libânio (2010) explica que as cinco fases fundamentais para o tratamento estabelecido são: i) solidificação; ii) inserção; iii) decantação; iv) absorção por gota rápida; v) regulagem final, inserindo desinfecção, fluoração e ajuste de pH e outros procedimentos adequados, sendo que esse método de abordagem é escolhido de maneira com as medidas utilizadas no tratamento convencional.

Vianna (2003) define o procedimento de coagulação na destruição da firmeza dos coloides e partículas que se encontram em suspensão por meio dos estados químicos e físicos. A princípio, o coagulante reage com a água para produzir uma substância hidrolisada, que é carregada positivamente ou precipitada com o metal a partir do coagulante utilizado. Esses produtos previamente formados chocam com a água contaminada, voltando ao período instáveis durante o processo de mistura, que gera energia e agitação.

Libânio (2010) cita ainda que as circunstâncias boas de coagulação, ou seja, a melhor relação entre a quantidade do coagulante e o pH de cada tecnologia de recurso necessitam ser determinadas em experimentos de laboratório como o Jar Test, que autorizará a elaboração de um gráfico de coagulação. Os distintos produtos químicos usados como coagulantes são: sulfato de alumínio, sulfato férrico, sulfato ferroso, hidroxicloreto de alumínio, cloreto de sulfato ferroso e cloreto férrico. Normalmente são inseridos para apoiar os coagulantes que são agentes alcalinizantes, como a cal.

De acordo com a Norma Brasileira nº12216 o objetivo da mistura rápida é fornecer aceleração na água para espalhar o coagulante e gerar vibração entre as enzimas e as partículas coloidais na água. Esta ebulição é dimensionada de maneira que o gradiente se torne rápido no tempo ideal de mistura que devem ser determinadas em ensaios de laboratório (ABNT, 2010).



Bernardo e Paz (2010) determinam o processo da floculação é a fase de pós-coagulação onde as partículas instáveis se juntam para formar flocos, que podem ser removidos na fase subsequente (decantação ou flotação). Para isso, é necessário fornecer condições-velocidade gradiente e tempo de mistura-partículas colidem umas com as outras. Nesta fase, menos energia é fornecida à água em relação à energia da mistura rápida, portanto, a fase de floculação ocorre em uma unidade denominada mistura lenta, que também pode ser hidráulica ou mecanizada.

2.2.3 Alternativas para o uso racional da água no sistema de abastecimento público

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2005) destacou que a medição é uma ferramenta de gestão do consumo de água sendo que essa medição for dividida, produzirá benefícios ocultos, como o controle do consumo e a possibilidade de localização mais fácil de vazamentos, porém, em estruturas existentes. Em algumas regiões torna-se complicado porque geralmente é um duto embutido e requer o uso de muitos medidores, então medidores segmentados podem ser realizados.

A conservação de água é definida por Hespanhol e Gonçalves (2004) como o conjunto de práticas e iniciativas técnicas e tecnológicas para reduzir o uso da água, atuando tanto na demanda quanto na oferta de água. Ela prevê o uso da água de forma racional, sustentável e incentiva o uso de fontes alternativas.

Segundo Viggiano (2005), apenas reduzir o consumo da água potável que é consumida não basta, é preciso administrar de forma abrangente e água envolvendo proteção e o reaproveitamento dos recursos hídricos, utilização da água da chuva e reutilização das águas residuais. Portanto essas definições são utilizadas mundialmente há muito tempo (CETESB, 2012).

De acordo com NBR 15.527 o sistema de coleta de água da chuva não um conjunto convencional, pois inclui a captura e um processamento simples para quando é preciso armazenar a água não processada. Esta é uma escolha de tecnologia simples e econômica para o fornecimento de alta qualidade para água não potável (ABNT, 2007).

Viggiano (2005) define o reaproveitamento da água como nada mais é do que utilizar mais água no tempo certo, tendo em mente os princípios básicos da qualidade da água necessária com a finalidade apropriada. Essa água reutilizada ou efluente pode ser dividida em água negra ou cinza, ou dependendo da finalidade da atividade de serviço humano.

Anecchini (2005) explica que entre as fontes de alternativas de água potável, usar a água da chuva é uma solução simples, portanto o custo é baixo sendo comparada com os outros sistemas. Embora simples, a solução mesmo para fins não potáveis, o uso da água de chuva requer algumas questões básicas, como qualidade da água, coleta, armazenamento e qualidade disponível em cada região.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2012) explica que a reutilização de água recuperada seja fácil de entender, pois não é uma definição tão simples, significa o reaproveitamento de água e essa tecnologia depende do uso das águas anteriores. A água negra contém muita matéria orgânica e bactérias, pois são desprovidas das águas que vem do banheiro e da pia de cozinha.

Viggiano (2005) cita ainda que a execução de descartar esgotos em corpos d'água é geralmente soluções adotadas pela comunidade global para finalizar tratamento de

efluentes para tratar esgoto para reutilização da água que se torna uma atividade básica de planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos, sendo eu essa solução interessante pode substituir o uso da água não potável na irrigação e indústria.

Nogas (2012) afirma que as águas negras podem ser usadas para fins domésticos, como lavagem de ruas e carros, equipamento de combate a incêndio, descarga sanitária, irrigação de jardins e refrigeração de ar condicionado. A reutilização das águas negras é um método caro que pode substituir um sistema simples e barato como reutilização das águas da chuva.

Segundo Azevedo Neto (2008), as águas cinzas procedentes dos chuveiros, lavagem de banheiro, máquinas de lavagem de roupas são designadas águas cinzas pois compõem produtos tensoativo suspensos elevados, mas também podem incluir compostos químicos oriundos de produtos para cabelo e microrganismos insalubres.

Gonçalves *et al.* (2006) mencionam uma divisão para a preservação dos grupos, inseridos em proporções como substâncias reduzidas, devendo ser estruturada ou não durante o andamento da operação. A ênfase das ações mais complexas que devem ser realizadas apenas quando as ações mais simples já estiverem disponíveis como o uso eficaz de energia alternativa e gestão da água e desenvolvimento comportamental.

Azevedo Neto (2008) o uso eficaz é segmentado em quantitativo e qualitativo, o primeiro corresponde à redução do consumo de água até que esse valor seja atingido para cumprir rigorosamente os parâmetros ambientais, de saúde, higiene e monitoramento sanitário. O segundo é baseado em definições sociais e culturais onde incorpora o pensamento subjetivo onde as pessoas utilizam o serviço.

A partir do panorama apresentado nos pontos anteriores surge o conceito de conservação de água, o qual prevê o controle da procura associado a um aumento da oferta, através da utilização de fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento da água de chuva e a reutilização de águas cinzas tratadas (GONÇALVES, 2006).

Considera-se então a reutilização ao nível doméstico como o aproveitamento das águas residuais residenciais provenientes dos usos, nas habitações, que apresentam, como águas do banho e higiene pessoal, atividades de lavanderia, para posterior utilização em descargas sanitárias, rega de jardim, lavagem de pisos e veículos e outras atividades menos nobres (ANA, 2005).

O saneamento ecológico é um tipo de sistema sustentável alternativo onde se realiza a separação de águas residuais e se associa respectivamente o tipo de tratamento individual, ao ponto de se considerarem os efluentes como recursos para aproveitamento. Segundo Gonçalves (2006), o Saneamento Ecológico (ECOSAN) baseia-se em processos naturais dos ecossistemas e no ciclo fechado de aproveitamento de materiais.

Apesar do objetivo principal do ECOSAN ser criar soluções para a utilização de urina e excreta de modo a evitar o uso de água potável para o transporte destes, entende-se que a reutilização de águas cinzas para o seu transporte se torna uma solução vantajosa principalmente em situações em que a população não tem condições financeiras para pagar pela água e/ou onde não existe disponibilidade de água canalizada. Contudo deve ter-se em conta que a utilização deste efluente na descarga sanitária vai depender do seu grau de qualidade (PAULO, 2007).

Segundo Philippi *et al.* (2007), a gestão descentralizada pode ser definida como a coleta, tratamento e disposição final/reúso dos esgotos em residências, condomínios, bairros, comunidades isoladas, industriais ou instituições. Em termos de vantagens na aplicação de saneamento descentralizado enunciam a redução do transporte dos esgotos, com a

provável eliminação de condutas elevatórias e reservatórios; a geração de grandes oportunidades de reutilização local dos efluentes e de recarga de aquíferos; a minimização de problemas ao nível de todo o sistema; desenvolvimento de potencialidades locais.

3. CONCLUSÃO

A metodologia adotada para o levantamento dos dados bem como para a caracterização das Estações de Tratamento de Água e seus efluente se mostraram eficientes e cumpriram os objetivos traçados. E a partir dessa revisão bibliográfica realizada no desenvolvimento do presente trabalho foi possível obter um breve panorama sobre as etapas e procedimentos das estações de tratamento convencional água.

No que se menciona as etapas sequenciais, o mau funcionamento de um dos processos envolvidos no tratamento convencional de água para abastecimento humano compromete a eficiência dos subsequentes, comprometendo a qualidade da água tratada. A determinação de indicadores de referência específicos para cada uma das etapas envolvidas no processo de tratamento de água é uma medida essencial para o monitoramento da eficiência do processo, da qualidade da água e para a determinação de eventuais falhas. O controle rigoroso dos fatores que influenciam na eficiência da ETA e das condições favoráveis garante que os componentes do sistema tenham desempenho maximizado.

Tendo em vista dos aspectos observados sobre o tratamento de água que é um dos itens considerados para o saneamento básico, sendo uma importante arma contra algumas doenças que atingem a população. A eliminação de microrganismos e umas das funções do tratamento, sendo a grande preocupação da humanidade desde a descoberta a sua eliminação, principalmente na água, que é um bem necessário para toda a vida.

Observou-se que o uso racional de água é importante para evitar desperdícios, não é apenas para preservar a vida em nosso planeta, mas para reduzir os gastos cada vez maiores com o seu consumo. Verificou-se que, para identificar as melhores ações e alternativas de redução de água, é necessário avaliar o potencial de redução do consumo que o local apresenta, através da distribuição do empreendimento.

Desta forma, esta pesquisa buscou reconhecer que é complementar o presente tema desenvolvido neste estudo é importante evidenciar a contínua preocupação base em abranger a população mundial com sistemas de esgotos e abastecimento de água, ao mesmo tempo que a sua prática se mostra incoerente com os ideais de conservação regulamentam o uso racional da água.

Referências

- ACHON, João Bosco de. **Saneamento básico**: sistema de abastecimento de água. Goiás: Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Católica de Goiás, 2008. 94 f.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Boletim Água 2005**. 2005.
- ANNECCHINI, D. C. Avaliação de desempenho de uma unidade de decantação convencional: levantamento dos parâmetros hidráulicos e sua influência na qualidade da água decantada. **AIDIS**, v.1, p. 1-8, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: 2002
- AZEVEDO NETTO et al. **Hidráulica aplicada a sistemas urbanos**: sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgoto sanitário e sistemas de água pluvial. In: Manual de hidráulica. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2008. cap. 18, p. 465-562

- BERNARDO, J.C.; PAZ, R.J. **Economia dos Recursos Hídricos**. 1ª. ed. Salvador: Edufba, 2010.
- BONGIOVANI, M. C.; Os benefícios da utilização de coagulantes naturais para obtenção de água potável. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v.32, n. 2, p. 167-170, 2010.
- BOTERO, W. G. **Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola**. Quim. Nova, Vol. 32, No. 8, 2018-2022, 2009.
- BRASIL. Constituição. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Portaria no 2.914, de 15 de dezembro de 2011. **Ministério da Saúde**. Disponível em: Acesso em: 01/03/2023.
- BRASIL. **Portaria MS nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em: 01.03.23
- BRAGA, B.; Sistemas de suporte à decisão em recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recurso Hídricos – BBRH**. São Paulo- SP, p.73-95. 2014
- CETESB. **Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos. Manual P4**. 261. São Paulo: Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. 2012
- DI BERNARDO, L.. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro. Edição: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. 2009.
- GONÇALVES, O. M. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais**. São Paulo. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio no FI). 2006.
- GUINZANI, Gabriela Vieira; SAMPAIO, Larissa Amorim Rabello; SÁ, Luiza Silveira de. Estação de tratamento de água subterrânea para abastecimento do condomínio solar de Maricá I e proposta para utilização de águas cinzas. 99 f. 2018. Projeto Final (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 2018.
- GUSMÃO, P. T. R. Utilização de filtração direta ascendente como pré-tratamento à filtração rápida descendente para tratamento de água para abastecimento. 2001. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- HELLER, Léo. HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. Abastecimento de água para consumo humano. **Belo Horizonte: UFMG**. v.1, cap. 1, p. 29-61.2010
- HESPAHOL, I.; GONÇALVES, O. M. (Coordenadores). **Conservação e Reuso de Água** – Manual de Orientações para o Setor Industrial, vol. 1, 2004.
- LIBÂNIO, S. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2010. 200 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade São Paulo. São Paulo. 2010.
- LUCENA, R.P. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. Ed. ABES, Rio de Janeiro, 285 p., 2013.
- MENDES, C. A.; COELHO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. 1ª ed. São Paulo. Editora: Edgard Blucher Ltda, 2008.
- MENESES, Ronaldo Amâncio. **Diagnóstico operacional de um sistema de abastecimento de água: o caso de Campina Grande**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.2011
- NOGAS, José Carlos. A água e a vida. Tempo Social; **Rev. Sociol. USP**, S. Paulo, 5(1-2): 53-65, 2012
- OLIVEIRA, Misael Dieimes. **Desenvolvimento, aplicação e avaliação de sistema de indicadores de desempenho de estações de tratamento de água**. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2014
- PAUDA, C. A.; FERREIRA, J.M. **Tratamento de Água: tecnologia atualizada**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, Ltda, 2006.
- HELLER, P.L.; BRAGA, A.F.M.; MAXIMOVITCH, A.C.; BONCZ, M.A. **Tratamento de águas cinzas em uma unidade residencial de banheiros construídos**. In: 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte. Minas Gerais: ABES, 2010.
- PHILIPPI, L. S.; OLIJNYK, D. P.; MAGRI, M. E., **Arranjos Tecnológicos para tratamento descentralizado de**

esgotos sanitários. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL: Segurança alimentar e hídrica para a América Latina. ECOSAN, Fortaleza, 2007

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Concepção de sistemas de abastecimento de água.** In: _____. Abastecimento de água. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009, cap. 2, p. 9-34.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** – Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Desa. 452p.

VIANA, Marcos Rocha. **Hidraulica aplicada as estacoes de tratamento de água.** Belo Horizonte: Instituto de Engenharia Aplicada, 2003.

VIGGIANO, A. C. DA S. Qualidade da água para consumo humano. In: **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 153-221.

4

A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

THE IMPORTANCE OF BIM TECHNOLOGY IN CIVIL CONSTRUCTION

Lucivaldo Pinheiro Costa¹
Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA
2 Professora da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O ramo da obra civil tem avançado de maneira acelerada e, a partir disso, houve uma procura por desenvolvimento na elaboração de suas funções, por meio de novas tecnologias, as quais contribuem com alternativas para os problemas constantes à engenharia, como o desperdício de materiais e recursos. No objetivo geral do presente estudo foi proposto demonstrar plataformas e tecnologias que estão sendo usadas dentro da construção civil e quais são os seus resultados. A metodologia aplicada trata-se de uma revisão de literatura, utilizando método qualitativo e descritivo. Foi realizada pesquisa através de materiais já publicado na área da engenharia civil referente ao tema abordado. Tendo em vista esse contexto, conclui-se a importância da inovação na construção civil, possibilita um trabalho contribuinte, através de um conjunto de dados, trazendo colaboração para variados profissionais e nas organizações do setor, de maneira que eleva a corrente e a qualidade dos dados.

Palavras-chave: Construção civil. Software de gestão. Plataforma Bim. Compatibilização de projetos.

Abstract

The branch of civil works has advanced in an accelerated manner and, from this, there was a demand for development in the elaboration of its functions, through new technologies, which contribute with alternatives to the constant problems to engineering, such as the waste of materials and resources. In the general objective of the present study it was proposed to demonstrate platforms and technologies that are being used within civil construction and what are their results. The methodology applied is a literature review, using qualitative and descriptive method. Research was carried out through materials already published in the area of civil engineering regarding the subject addressed. In view of this context, it is concluded the importance of innovation in civil construction, enables a contributing work, through a set of data, bringing collaboration to various professionals and organizations in the sector, in a way that raises the current and quality of data.

Keywords: Civil construction. Management software. Bim Platform. Compatibility of projects.

1. INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica surge quando uma ideia passa a atender as necessidades e expectativas do mercado garantindo resultados. O uso da tecnologia na construção civil deu espaço para mudança de cultura, ao buscar o que há de mais moderno não implica em custos, mas é também investimento, com excelentes oportunidades de melhorar a produtividade, fazendo o tempo, a inteligência e a eficiência trabalharem a seu favor.

Diante desse contexto, justifica-se que os sistemas que visam controlar as etapas e obter os resultados esperados medem o desempenho da equipe desde a concepção da arquitetura até a aquisição e aplicação do material. O uso da tecnologia é capaz de prever e prevenir riscos, erros e até mesmo acidentes no andamento de uma obra, gerando confiança e benefícios que as empresas terão com as plataformas e softwares.

Com o desenvolvimento e crescimento das cidades de formas desordenadas e que conseqüentemente trazem problemas relacionado a custo e tempo, os desenvolvimentos de softwares, plataformas e aplicações de tecnologia tiveram uma grande evolução nas suas aplicações devido os seus grandes benefícios perante a sociedade. Portanto, a questão orienta este trabalho é: quais são os benefícios da tecnologia BIM como ferramenta na gestão de projetos da construção civil?

No objetivo geral do presente estudo foi demonstrar o uso da tecnologia BIM apresentando os benefícios que essa ferramenta pode trazer na gestão de projetos para o mercado da construção civil. Possui como objetivos específicos conceituar a tecnologia BIM, descrever as ferramentas técnicas de planejamento de projetos da construção civil. E por fim, apresentar como o emprego de ferramentas e tecnologias podem auxiliar processos voltados à construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Com base no que foi apresentado, buscou-se ao longo desse estudo, encontrar respostas para tais inquietações expostas nessa pesquisa. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia (REEC) dentre outros, envolvendo a temática discutida. 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 2000 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos vinte anos, na língua portuguesa. E palavras chaves utilizadas na pesquisa foram Construção civil. Software de gestão. Plataforma Bim. Compatibilização de projetos.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Inovação tecnológica e o setor da Construção Civil

Este capítulo da pesquisa aborda o primeiro capítulo específico do trabalho, que é apresentar principais plataformas usadas na construção civil; e tal procedimento mostra-



-se eficaz, principalmente se consideramos que a inovação e o setor estão relacionados à introdução de algo novo.

A inovação pode ser conhecida como um componente que ajuda na confirmação da relação da empresa com seus clientes. A particularidade e a competência dessa união dependem justamente do procedimento de gestão das soluções inovadoras nas empresas. Investimentos na área da inovação podem oferecer respostas suficiente para a empresa (SOUSA, 2015).

Vendramento *et al.* (2004) explica que as inovações adotadas na Construção Civil mudam o contexto da obra de construção, ou seja, é representado basicamente por materiais construtivos que são montados como paredes, porta, janelas e instalações. Portanto o trabalho influencia na implementação das mudanças de organização e conhecimento.

Toledo, Abreu e Jungles (2000) consideram o setor da Construção Civil como tradicionalista por adquirir um gerenciamento apresentado pela mínima orientação ao futuro e ao cliente. Consolidar a inovação na empresa acontece ao longo dos anos e não são percebidas com facilidade.

Maravieski *et al.* (2008) explicam que resistir a mudança é normal e esperado por todos, portanto a grande questão de transformar as ações de racionalização, é preciso implantar a importância da elaboração de maneira a diminuir a firmeza, ou seja, o procedimento de alternância é apresentado por várias etapas que evidencia as vantagens da implantação da inovação no setor da construção civil.

Balbinot e Fadel (2019) afirmam que para atender demandas de mercado e manter maior rentabilidade é preciso que as construtoras estejam conectadas cada vez mais nos processos eficientes. O avanço das inovações na construção civil conta que as ferramentas e soluções digitais promovem aspectos práticos e objetivos que dão mais produtividade.

Toledo, Abreu e Jungles (2000) mostram que ramo da construção civil manifesta algumas especialidades em vinculação aos outros domínios do racionamento como: substância única de uma empresa e dependendo de outros ramos industriais, além da natureza das novidades na construção predominantemente gradativo, com uma baixa periodicidade absolutas.

De acordo com Lacerda (2015), o método de administração da inovação deve ser realizado de ordenada e uma vez que as falhas no método precisam ser apresentadas e reparadas num circuito consecutivo. E Sousa (2015) cita ainda que é essencial o compromisso de todo o grupo de trabalho, fazendo-se fundamental que os responsáveis ajam exatamente na execução de cada fase, impedindo o aparecimento de dificuldade na fase.

Para Fayet (2010), a observância e progresso dentro da organização questionada para uma conexão em suas três competências: o pensado, o programado e o funcional. Segundo o autor, a afastamento desse vínculo proporciona os princípios de falhas programadas e marketing, mais adiante com gastos com produtos desajustados e pesquisas desnecessárias.

Lacerda (2015) explica que o fato de a inovação permear crescentemente a atividade humana em suas diversas dimensões indica, por si só, a necessidade de se entender melhor o que é, afinal, inovação e quais são os fatores para que ela ocorra. De forma simplificada, inovação pode ser entendida como algo novo, ou algo velho feito de forma nova, ou seja: um novo produto (que tanto pode ser um aparelho eletrônico quanto um móvel e um tijolo feito de material reciclado) ou um serviço.

Sousa (2015) esclarece que a característica e a competência dessa fusão que con-

sistem exatamente no modo de gestão das técnicas modernas nas empresas. Buscando na área da inovação podem transportar soluções aceitáveis para a empresa, contudo este prosseguimento vai necessitar de outros motivos, como Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e uma grupo de trabalho qualificada. Um procedimento de administração da inovação bem incorporado dentro de uma instituição pode oferecer várias vantagens, como práticas e atividades elaborada de maneira mais competente, crescimento de chances de certeza com vínculo as escolhas de projetos, aquisição de uma programação tático-operacional, da renovação e um maior ajuste da técnica empresarial com as atitudes de inovação.

Fell *et al.* (2014) ressaltam que a realidade de algumas circunstâncias fundamentais para a elaboração de um ambiente de um conhecimento em vantagens da inovação dentro das empresas, como segurança entre os empresários, sistema separado, dialogo descontraído, realidade de ambiente de urbanização e ingresso a novos estudos e capacidade externas, ou seja, a organização de uma classe de inovação em uma instituição está justamente conectada ao convívio desta com outras, sejam do mesmo ou contrários setores.

Cavalcanti *et al.* (2011) atentam que à obrigação destas redes de relacionamentos entre as organizações, de maneira que estas tem autorizado as empresas a possibilidade de reconhecer as possibilidades para embalarem o procedimento indicador.

Balestrin e Verschoore (2010) procuraram compreender a atividade de conhecimento de colaboração entre as pequenas e medias empresas. Os autores reconheceram que a procura e a colaboração em rede acontecem por meio da ação de mudanças de habilitação.

Toledo, Abreu e Jungles (2000) explicam que a Construção Civil depende dos seus fornecedores, o que, liga a um distanciamento dos centros de pesquisas que atrapalha ainda mais interação de atividades ligadas a inovações tecnológica, principalmente as mais severas, devendo apresentar o departamento acomodado por possuir um planejamento caracterizado pela mínima orientação do futuro e o cliente; além disso, as tecnologias acontecem ao longo dos anos e não é fácil a percepção das inovações.

Barros (2000) contextualiza que para estabilizar a ideias inovadora da empresa, não basta apenas inserir na determinada obra. É preciso a inclusão de um conjunto sistematizado para construção dos edifícios de maneira crescente. Os projetos podem ser componentes planejados neste procedimento, já que as ações de economizar não se inseri aos projetos, dificilmente serão anexadas no sistema de produção.

Em acordo com as ideias de Schmitt (2005), a implantação de recursos computacionais na Engenharia Civil é cada vez maior e esse cenário mostra-se como consequência dos benefícios gerados pelo uso de ferramentas tecnológicas, em destaque aos softwares de gestão nos empreendimentos de construção.

Pollito (2013) é imprescindível uma análise específica na estrutura e organização do canteiro de obra antes da implantação desse instrumento de gerenciamento, visto que para um funcionamento eficiente faz-se necessárias adaptações e treinamentos específicos, a exemplo da capacitação de manuseio dos trabalhadores.

2.2.2 Principais plataformas utilizadas nos projetos da construção civil

Esse segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica que fundamenta sobre o uso das plataformas empregada nos projetos da construção civil. Nele está descrito o projeto no planejamento e plataformas utilizadas.



Monteiro *et al.* (2017) explicam que cada vez a atividade de construção civil cresce tecnologicamente na procura do conjunto de oferecer alta qualidade por um custo baixo de capital. Por isso, é preciso uma boa programação da obra para que isso possa ser determinado. Um planejamento é atribuído de uma parte que serão analisadas através de todas as fases da obra, inserindo o início, período, custo e prováveis problemas que poderão ser atribuídos em cada etapa da construção.

Para Nascimento (2014), o distanciamento dessa concordância contribui com o prejuízo na construção civil que acontece conseqüentemente em sua maioria interligada a subtração desse material. Entretanto, a situação não está vinculada a perda de material, devendo ser atribuída, ainda, máquinas e mão de obra para o gasto do capital além de ser preciso para a criação do empreendimento. Neste caso, os prejuízos compreendem nos acontecimentos de gastos para a realização de trabalhos descartados. Esses prejuízos são ações conseqüentes de um procedimento com baixa qualidade e que representa um resultado com um máximo de custo, e peças com péssimas qualidades.

De acordo com Melhado (2005), a coordenação de organização tem o propósito de identificar vários erros, assim como entre projeto e fabricante, fornecedor, materiais e até mesmo a atividade no canteiro. Pare ter uma obra simplificada, deve-se determinar a parte de concepção do projeto, fazendo com que o nível de planejamento dos procedimentos seja aperfeiçoado, pois o uso de tecnologias pode facilitar nessa parte, certificando a comunicação entre os vários projetos existentes na obra.

Para Fabricio (2002), a colaboração da obra é obrigação para definir e acompanhar o planejamento das fases da obra e pelo período determinado de caixa do empreendimento, a fim de determinar os períodos da obra. O autor cita ainda que a colaboração é determinada com base em experiências técnicas, o conhecimento e a atividade são praticados de forma experimental e prático e participam de um mesmo modo.

De acordo com Tavares Junior (2001), o acordo do programa torna-se um instrumento necessário para o avanço da propriedade do projeto pela eliminação da compatibilidade manifestada pelos mesmos.

Picchi (2006) cita, ainda, que a combinação dos projetos está apoiada na realidade de identificar intervenção através da sobreposição, além de ordenar reuniões com os projetistas e a composição envolvida, com o propósito de decidir os obstáculos.

Monteiro *et al.* (2017) falam que o acordo pode ser feito de diversas maneiras, a mais simplificada é normalmente mediante uma sobreposição da imagem, de forma manual ou com a aplicação de imagens CAD 2D. Ainda que ser uma realidade que sempre foi muito utilizada, que é capaz de ser muito aceitável e investigar as intervenções da desigualdade de projetos do trabalho. Acredita-se que a combinação de projetos é um meio para procurar uma aplicação ativa e suficiente, mas ainda que pode vir a confrontar os problemas. Com a maratona cada vez mais acelerada das construções, os calendários e os períodos estão sendo mais, deixando o acordo de lado, por ser um método de diagnóstico detalhado e prolongado.

Já Callegari (2007) relata que a combinação se baseia no desempenho da coordenação e incorporação dos projetos, tendo como propósito a harmonia entre os mesmos, anulando as incompatibilidades entre os projetos relativos a definida obra, resumindo a efetivação, melhoria e aplicação de materiais, período e mão-de-obra, bem como as decorrentes alterações.

Balbinot e Fadel (2019) explicam que as tendências do mercado da construção civil estão as plataformas de modelagem de informação que atuam no controle de custos e

otimizam os resultados no período construtivo da concepção do projeto, gerenciamento, execução e entrega do empreendimento.

Em um setor da construção cada vez mais exigente e em que a sua sustentabilidade passa por se exigir cada vez mais de todas as fases de intervenção, desde o projeto a concepção, a metodologia BIM é uma contribuição bastante importante para que se atinjam patamares de perfeição mais elevados, controlando melhor os prazos de execução (4D) e os custos (5D) (AZEVEDO, 2009).

A importância do uso dessas ferramentas e plataformas é tornar ainda mais profissional a gestão de tudo o que cerca o dia a dia de uma construção. Afinal, há uma série de fatores envolvidos e gerenciar tudo o que cerca a construção de um empreendimento exige uma dose extra de organização (VASCO; PEIXOTO NETO, 2017).

Para Sousa (2015), as construtoras apresentam limitação quanto a utilização total da TI, uma vez que, apesar da alta intensidade de informação em seus processos, seu produto final é pobre em conteúdo de informação. De outro modo, nos escritórios de projetos, a informação está presente desde a matéria-prima até o produto final, já que trabalham o tempo todo com arquivos CAD, documentos eletrônicos, etc. Por fim, estão as concreteiras ou indústrias de materiais, as quais requerem pouca informação para gerar produtos com pouco conteúdo de informação

Eastman et al (2014) explicam que com a imposição de atuais técnicas de compatibilização de projetos, a formação da inovação BIM pode ser apontada com grande relevância para o avanço na resposta de várias falhas na construção civil, e essa tecnologia vem avançando sendo uma das mais promitentes melhorias na indústria referente a estruturação.

Zimmermann (2019) explica que a tecnologia BIM integra todo o processo da construção civil, reunindo informações que trazem clareza para os projetistas e diferentes frentes de atuação dos envolvidos. As plataformas vêm oferecendo cada vez mais opções de otimizar os processos como é o mercado de softwares BIM uma modelagem de comunicação colaborativa.

Building Information Modeling (BIM) é um conceito que fundamentalmente envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelação 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito (AZEVEDO, 2009).

BIM é a criação paramétrica, ou inteligente, de modelos em perspectivas 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 de um empreendimento de construção (arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários) possam visualizar o modelo de modo diferente conseguindo facilmente compartilhar e sincronizar informações (ARSENAULT, 2009).

O modelo BIM torna-se um recurso longo e compartilhado para um edifício ou instalação desde os primeiros desenhos de concepção, através da construção, durante os anos usados e mantido, através de quaisquer alterações, acréscimos ou reformulações de uso, por completo até ao fim da sua vida útil e eventual demolição ou desconstrução (AZEVEDO, 2009).

A plataforma Modelagem da Informação da Construção mais conhecida como BIM, tem diversas vantagens, Redução de custos, combinada à diminuição do prazo de entrega e do risco de erros. Essa receita faz do BIM um recurso facilmente assimilável às práticas



da Construção Civil. Tudo porque ele acrescenta aos projetos 2D e 3D associando informações, desenhando um cenário em 4D (SIENGE, 2019).

2.2.3 Aplicação da plataforma BIM no setor de construção civil

Segundo Robinson (2007), BIM é uma ferramenta colaborativa usada pelos profissionais da arquitetura, engenharia e construção tendo como base determinada quantidade de soluções de software. Essa modelagem inclui todos os componentes da edificação, incluindo relações espaciais, geometria, quantidades e propriedades, além das informações referentes aos equipamentos e serviços no ciclo de vida da edificação.

BIM é definido por Underwood e Isikdag (2009) como um modelo de informações de um edifício que abrange os dados completos e suficientes para dar suporte a todos os processos do seu ciclo de vida e que podem ser concebidos diretamente por aplicações informáticas. Esses dados incluem informações sobre o edifício, seus componentes e propriedades, tais como material, forma, função e processos para o seu ciclo de vida.

A *National Building Information Modeling Standard* (NBIMS, 2007) compreende o BIM em três níveis de abstração: produto, ferramenta e processo. Como um produto, temos o modelo da edificação, parte do processo de projeto criado a partir de ferramentas de tecnologia de informação. Como ferramenta, o BIM está ligado aos softwares que criam, agregam e extraem informações do modelo de edificação. Além desses níveis, o BIM pode ser compreendido.

O BIM pode ser usado para facilitar e aprimorar várias práticas realizadas no setor da construção civil. Ainda que seu uso esteja em um estágio inicial, já foram registrados ganhos significativos em todas as fases do ciclo de edificação, incluindo a concepção, projeto, construção e a operação (EASTMAN *et al.*, 2014).

Eastman *et al.* (2014) explicam que esse tipo de tecnologia vem crescendo sendo necessário que novos instrumentos possam conciliar os projetos com a nova criação de inovação BIM que é considerada de fundamental importância para o crescimento e soluções de vários problemas apresentados na construção civil.

De acordo Zimmermann (2019), a plataforma BIM é um dos sistemas que promete crescimento na indústria com relação a projeto de arquitetura. É um exemplo de tecnologia virtual certo de uma edificação transformada de maneira digital. A plataforma concorda em interagir com vários projetos, analisando as dimensões (altura, comprimento e largura), organizando todos os componentes no mesmo espaço e a diferença desse programa CAD (*Computer Aided Design*) que realiza apenas uma apresentação de linhas de desenho.

Segundo Freitas (2014), a principal qualidade do sistema BIM é a arranjo do conjunto de modelação 3D com uma administração, divisão e troca de informações no período da vida útil da edificação tendo como solução modelos com imagens gráficas com dimensões em tempo real, onde cada vértice e cada objeto apresenta informações reais.

Campestrini (2015) informa que na parte de avaliar orçamento da obra, os profissionais responsáveis necessitam de dados dos materiais e o quantitativo que será utilizado, para futuramente, dar continuidade na orçamentação. A plataforma BIM quando está sendo utilizada, o profissional que prepara o orçamento terá acesso ao quantitativo necessário dos materiais através do sistema referido.

Através do modelo 5D-BIM é possível apresenta ao proprietário o que acontece com o planejamento e o orçamento se caso houver alguma alteração no projeto como também

analisar seu banco de informações sobre custos e preços de acordo com a taxa de produção no trabalho (VICOSOFTWARES 5D BIM, 2013).

A disponibilidade e conexão de informações que se tornam parte do projeto, é uma das principais características do modelo BIM e são conhecidas como dimensões do modelo (KYMMEL, 2008). De acordo com Campestrini *et al.* (2015):

Quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas possibilitando assim maior eficiência no processo de construção (CAMPESTRINI *et al.*, 2015, p.56).

Com o progresso da tecnologia regressado para a indústria da construção, cada vez mais resultam modernas ferramentas da plataforma BIM. Neste momento encontra-se inúmeros softwares BIM com distintas finalidades mais empregadas pelo mundo no campo da construção. Logo separou os softwares BIM em duas equipes: Modelação e Gestão. A primeira equipe é encarregada pela modelagem da elaboração, seja estruturação ou instalação. A segunda equipe é incumbida de agregar os dados informados pelo método BIM dos softwares da primeira equipe e, então, permite identificar a administração da construção.

Segundo Eastman *et al.* (2014) existem muitos softwares que fornecem produtos com a funcionalidade BIM. Cada um deles é dotado de uma caracterização própria e capacidades distintas, dependendo do foco e em relação aos sistemas orientados ao projeto. Sendo assim, a escolha de um software adequado à sua finalidade pode afetar a produção, a interoperabilidade e as capacidades funcionais da organização de um projeto. Os autores ainda destacam o ponto de que não há uma plataforma ideal para todos os tipos de empreendimentos.

Jiang (2011) explana que o Autodesk Revit® pode ser visto como um dos essenciais softwares BIM do comércio, sendo o mais comum entre as diversas ferramentas BIM. Os softwares abastecem recursos para todas as especificidades vinculadas em um programa. Anteriormente era denominado apenas por Revit Architecture® por atuar apenas como uma ferramenta dirigida para arquitetura. Entretanto, aceleradamente foi se transformando o mais empregado no espaço BIM e no decorrer dos anos de progresso, o pacote do programa cresceu e mostrou-se mais ferramentas que no momento conhecemos por Revit MEP (pensado para redes e instalações) e Revit Structures® (pensado para engenharia estrutural).

De acordo com Marinho (2014) explica que o com software é provável formar integrantes configurados, substanciar medidas dos materiais, vistas em 3D sombreado imediato e, fazer a investigação de mediação. A referência em Revit® pode ser gerada através de vistas 2D (planta, levantamento, corte e detalhe), 3D e tabelas, pois é capaz de conceber e alterar os dados das características dos componentes, basicamente de capacidade e de influência de materiais, mas encontram-se outras que da mesma forma podem ser acedidas (GIL, 2011).

De acordo com Graphisoft (2000), o ArchiCAD® é uma ferramenta aperfeiçoada pela Graphisoft Virtual Building Explores (VBE), com a tarefa modelagem de dados de construção (BIM). É um sistema operacional de arquitetura mais obsoleto no comércio. Atualmente, está na tradução 20 e pode ser inserido no conjunto eficazes Mac ou Windows. Complementando ainda que o ArchiCAD permite administrar sobre o projeto aguardando a certeza e a competência na fundamentação. O banco de informações concentrado está

exatamente conectado às obras de cada projeto como paredes, portas e coberturas. Os projetos em completo (cortes, plantas, listas, tabelas, animações) são feitos diretamente.

3. CONCLUSÃO

O acontecimento tecnológico no avanço entre as organizações tem aumentado o interesse na comunidade científica e no meio das organizações, um quadro aparente no desenvolvimento da quantidade de acordos estratégicos permanente em diversas partes empresariais. A importância da inovação na construção civil, possibilita um trabalho contribuinte, através de um conjunto de dados, trazendo colaboração para variados profissionais e nas organizações do setor, de maneira que eleva a corrente e a qualidade dos dados.

A aplicação da ferramenta BIM demanda uma grande aplicação entre os projetos, planejamento e gerenciamento das empresas de construção civil, fornece informações exatas de vários elementos da obra, proporciona a ligação com o custo, possibilita o controle correto do orçamento e permite a visualização gráfica do projeto concluído.

Foi demonstrado de maneira clara e simples o procedimento dessa modelagem, que contribui com a economia de tempo, permitindo a diminuição de superfaturamento, que acontece basicamente devido a falhas no orçamento. Existe diversos problemas apontados que estão no elevado custo para inserção e na mínima aplicação do mercado local, que serve como justificativa para as organizações que não investem.

Como probabilidade de trabalhos futuros e aperfeiçoamento do programa, podem ser elaboradas combinações a nível de segurança, de maneira a introduzir algumas limitações no que se aplica ao carregamento de dados. Para isso, seriam desenvolvidos ferramenta de investigação e aprovação dos dados antes de expor as informações. Também podem ser elaborados testes a partir de verificações e exames de um conjunto mais próximo de profissionais.

Referências

ARSENAULT, P. J. **Building Information Modeling (BIM) e produtos de construção complementares fabricados. Integração de projeto, desenhos, especificações e desenhos de loja em um modelo BIM.** Disponível em < http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=192&C=622. (Acesso em 02 de março de 2023)

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM- Building Information Modeling na direção técnicas de obras.** 2009. 79 f. Tese de Mestrado (Engenharia Civil) – Universidade do Minho. Escola de Engenharia. 2009.

BALBINOT, Bruno; FADEL, Ian. **Inovações da construção civil integram a cadeia e dão mais controle e precisão as etapas.** AMBAR. 18 de julho de 2019. Disponível em < <https://www.ambar.tech/entenda-como-as-inovacoes-na-construcao-civil-otimizam-todo-o-processo-2/>>.(Acessado em 02 de março de 2023 às 06h46min).

BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. Aprendizagem e inovação no contexto das Redes de cooperação entre pequenas e médias empresas. **Organização & Sociedade**, Salvador, v. 17, n. 53, p. 311-330, abr./jun. 2010.

BARROS, M. M. S. **B. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** Universidade de São Paulo. Tese (Doutorado em Engenharia). São Paulo, 2000.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares.** Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco. **Entendendo BIM: uma visão do projeto de construção sob o foco da informação.** 1. ed. Cuiabá: FABRÍCIO NOGUEIRA COSTA, 2015.

CAVALCANTI, A. M. et al. **Análise da influência da estrutura organizacional na capacidade inovadora das**

- micro e pequenas empresas.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 31. Belo Horizonte: UNESP, 2011. p. 1-14.2011
- EASTMAN, Chuck, TEICHOLZ, Paul, SACKS, Rafael, LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Bookman, 01/2014. [Minha Biblioteca].
- FABRICIO, M.M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** 2002. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002
- FAYET, E. A. (Org.). **Gerenciar a inovação: um desafio para as empresas.** Curitiba: IEL/PR, 2010.
- FELL, A. F. A.; SANTANA, G. A.; PAREDES, B. J. B. Um estudo de aplicação do radar da inovação: o grau de inovação organizacional em uma empresa de pequeno porte do setor metal-mecânico. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia.** Florianópolis, SC, v. 4, n. 1, p. 76-88 jan./jun. 2014
- FREITAS, Gonçalo Andrade Freitas. **Metodologia BIM: uma nova abordagem, uma nova esperança.** Dissertação de Mestrado, Universidade da Madeira, 2014.
- GIL, A. C. Modelos Digitais – **Geometria Associativa: particularidade da musealização de monumentos em extensão,** 2011. Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico
- JIANG, X. **Developments in Cost Estimating and Scheduling in BIM technology.** Master's degree thesis, Northeastern University, Department of Civil and Environmental Engineering, Boston, Massachusetts.2001
- KYMMEL, Luis Otávio da Cruz de Oliveira. **Cooperação tecnológica para inovação no setor da construção civil.** 2008. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. 2005.
- LACERDA, A. C. et al. **Tecnologia Estratégica para a Competitividade: inserindo a variável tecnológica no Planejamento Estratégico – O Caso Siemens.** São Paulo: Nobel, 2001.
- MARAVIESKI, E.L.; REIS, D.R. **Avaliação de resistência à mudança em processos de inovação: a construção de um instrumento de pesquisa.** In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.
- MARINHO, A. J. C. **Aplicação do Building Information Modeling na gestão de projetos de construção,** 2014. Universidade do Minho Escola de Engenharia. Braga. 2014. Dissertação de Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis. 2014
- MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo: Tese – escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
- MONTEIRO et al.,2017. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber.** v.3, n. 1, 2017.
- NASCIMENTO, L. A.; A eficácia da TI na indústria da construção civil. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2003. São Carlos. **Anais.** São Carlos: UFSCar, 2014.
- NBIMS – National Building Information Modeling Standard. **Overview, Principles and Methodologies,** Version 1.0 — Part 1, 2007. Disponível em: . Acesso em: 2 mar 2023.
- PICCHI, F.A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios.** São Paulo, 2006. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- POLLITO, Giulliano. **Gerenciamento de projetos na construção civil predial: uma proposta de modelo de gestão integrada.** In: Seminário Internacional de Gerenciamento de Projetos, 13., 2013, São Paulo. Artigo...São Paulo, 2013.
- ROBINSON, C. Structural BIM: discussion, case studies and latest developments. **The structural design of tall and special buildings,** v. 16, p. 519-533, 2007.
- SCHMITT, C. M. **Integração dos Documentos Técnicos com o uso de Sistema de Informações Computadorizado para Alcançar Qualidade nos Projetos de Obras de Edificação.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído,7., 2005, Florianópolis. Anais...Florianópolis: 2005
- SIENGE. **Tela do Revit mostrando os detalhes de montagem das instalações.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/4-bons-motivos-para-usar-bim/>> Acesso em: 02 de março, 2023.
- SOUSA, R. F., **Inovações Tecnológicas na Construção Civil.** 2015. 64 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

TAVARES JUNIOR, W. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.** Florianópolis, 2001. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2001

TOLEDO, R.; A. ABREU, A. F.; JUNGLES, A. E. **A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil.** In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Salvador, 2000

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies: Concepts and Technologies.** New York: Information Science Reference, 2009

VASCO, Ronald; PEIXOTO NETO, Dalmo. **Conheça as 4 principais inovações na construção civil.** STANT. 01 de novembro de 2017. Disponível em < <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LY-Q7bIGEDcsJ:www.stant.com.br/conheca-as-4-principais-inovacoes-na-construcao-civil/+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b-d> > (Acessado em 01 de março de 2023 às 10h03min).

VENDRAMETTO, O.; FRACCARI, P.L.; BOTELHO, W.C. **A inovação tecnológica na construção civil e os aspectos humanos.** In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.

VICO Softwares – 5D BIM. **Vico Software web page.** Disponível em: <<http://www.vicosoftware.com/what-is-5D-BIM/tabid/88207/Default.aspx>> Acesso em: abril, 2017.

ZIMERMANN, Maria Caroline. **Softwares BIM: veja quais são as plataformas disponíveis no mercado.** AltoQi. Software para engenharia. Mais Engenharia. Disponível em < <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/softwares-bim-veja-quais-sao-as-plataformas-disponiveis-no-mercado/> > (Acessado em 30 de março de 2020 às 08h26min).

5

A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

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

Bruno Vinicius Vidal de Jesus¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Pelo fato de a questão de sustentabilidade estar em alta, às empresas responsáveis por obras urbanas estão dando mais importância ao assunto, e uma de suas ações sustentáveis é justamente a reutilização destes resíduos gerados. Viram no reaproveitamento destes resíduos, não somente a questão sustentável, mas também interesses particulares como a visibilidade positiva do cliente para com a política de sua empresa, a redução de custos na produção, visto que as empresas que se propõem a colocar em prática esta atividade conseguem uma maior notoriedade no mercado, o que se torna completamente importante em um mercado competitivo como o da construção civil. Visto que atualmente a construção civil é a maior produtora de resíduos sólidos no mundo e tem um grande impacto negativo na sustentabilidade do planeta, o presente trabalho tem por objetivo demonstrar a importância da reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Para atingir tal objetivo, foi adotado para esse trabalho a metodologia da revisão bibliográfica, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. Conclui-se que a importância do gerenciamento abrange várias áreas, desde a cadeia ambiental às condições e riscos de trabalho. A legislação acerca dos resíduos se mostra de grande pontualidade em cada um dos seus tópicos, elevando a construção civil a um patamar de responsabilidade socioambiental, onde cabe a todos os geradores cumprir com responsabilidade.

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

Abstract

Due to the increasing focus on sustainability, companies responsible for urban construction projects are placing greater importance on the subject, and one of their sustainable actions is precisely the reuse of these generated waste materials. They have recognized that the reuse of these waste materials not only addresses sustainability concerns but also serves their individual interests, such as positive visibility for their clients regarding their company's policies and cost reduction in production. Companies that implement these activities gain greater recognition in the competitive construction market. Currently, the construction industry is the largest producer of solid waste worldwide and has a significant negative impact on the planet's sustainability. Therefore, the purpose of this study is to demonstrate the importance of reusing construction and demolition waste in the construction industry. To achieve this goal, a literature review methodology was adopted, involving the research of books, dissertations, and selected scientific articles from databases such as Scielo, Capes Journals, Google Scholar, Unicamp Institutional Repository in both English and Portuguese. It is concluded that waste management encompasses various areas, ranging from environmental concerns to working conditions and risks. The legislation concerning waste management proves to be highly relevant in each of its topics, elevating the construction industry to a level of social and environmental responsibility where all waste generators must fulfill their responsibilities.

Keywords: Reuse. Waste. Construction. Demolition

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos de construção e demolição desempenha um papel crucial na busca por práticas mais sustentáveis na indústria da construção. Com o crescente interesse e preocupação em relação à sustentabilidade ambiental, empresas responsáveis por obras urbanas estão reconhecendo a importância de adotar medidas que minimizem o impacto negativo gerado pelos resíduos provenientes dessas atividades. A construção civil é uma das principais produtoras de resíduos sólidos em todo o mundo. Materiais como concreto, tijolos, madeira, metais e outros subprodutos da construção e demolição representam uma parcela significativa dos resíduos depositados em aterros sanitários. Além disso, o descarte inadequado desses resíduos pode causar poluição do solo, da água e do ar, afetando negativamente o meio ambiente e a saúde pública.

A importância do aproveitamento de resíduos de construção e demolição é evidente. A destinação inadequada desses materiais pode gerar impactos ambientais e sociais significativos. Além disso, o reaproveitamento desses resíduos pode gerar benefícios econômicos, como a redução de custos de produção de novos materiais, além de possibilitar a criação de novos negócios e empregos. O aproveitamento de resíduos de construção e demolição é um tema relevante e urgente. É preciso encontrar soluções para a destinação adequada desses materiais, a fim de reduzir os impactos ambientais e sociais causados por sua disposição inadequada.

O setor da construção civil é um dos mais importantes para atender as necessidades de toda a sociedade, fornecendo abrigo, infraestrutura, construindo edifícios com o objetivo de prover educação, saúde, trabalho e moradia, mas por outro lado, este mesmo setor é o responsável por uma parcela significativa do consumo de recursos naturais, além de gerar a maior parte dos resíduos sólidos e emissão de gases, aumentando o efeito estufa. Nesse sentido, este trabalho busca contribuir para a reflexão e ação em torno deste importante tema. Diante dessas justificativas, é necessário que sejam desenvolvidas ações que visem o aproveitamento dos resíduos de construção e demolição.

O problema de pesquisa que norteia este trabalho é: como é possível promover o aproveitamento de resíduos de construção e demolição de forma sustentável? A partir desta questão, pretende-se analisar a situação atual da gestão de resíduos da construção civil, identificar as principais barreiras que impedem o reaproveitamento desses materiais e buscar relatos na literatura que propõem soluções viáveis para o problema.

O objetivo geral deste artigo é discutir a importância da reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Os objetivos específicos são: conceituar e caracterizar os resíduos da construção civil; correlacionar a reutilização de resíduos e sustentabilidade na construção civil; evidenciar a importância da reutilização e reciclagem na construção civil. A construção Civil representa uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Conforme o tema mencionado no estudo, uma das alternativas promissoras para diminuição dos impactos ambientais, do grande consumo de recursos naturais gerados pela construção civil e dos problemas urbanos atuais gerados é a substituição dos agregados naturais por agregados reciclados oriundos da construção e demolição (RCD). Atualmente, a reciclagem de materiais tem se fortalecido como um eficiente mecanismo para solucionar e/ou minimizar os problemas do não gerenciamento dos resíduos gerados pelas atividades antrópicas. A reciclagem também ganha força pela busca de novos materiais, como os da construção civil, que possam substituir as matérias-primas retiradas do meio ambiente.



2. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, no qual foi realizada consulta a livros, dissertações e em artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico, Repositório Institucional Unicamp em inglês e português. O período dos artigos pesquisados foram os últimos cinco anos. As palavras-chave utilizadas na busca: resíduos sólidos; construção civil; gerenciamento. Após a escolha do tema, definição do levantamento bibliográfico inicial e formulação do problema foram elaborados um plano provisório sobre o assunto. A etapa de pesquisa teve como propósito proporcionar uma análise do problema, tendo como principal modelo a pesquisa bibliográfica. Esta estratégia assumida foi o ponto inicial do projeto de pesquisa que, atingiu o aspecto definitivo a partir das modificações absorvidas com o aprofundamento da leitura e com o decorrente amadurecimento dos entendimentos e objetivos em torno da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O setor de construção em todo o mundo está consumindo uma quantidade enorme de recursos naturais e energia. A promoção contínua da gestão ambiental e o alcance das metas de desenvolvimento sustentável estão estimulando os formuladores de políticas e especialistas técnicos a adotarem um sistema apropriado para proteger o meio ambiente em todas as indústrias, incluindo a indústria da construção (DIONYSIO, 2018).

A este respeito, a necessidade de reutilização e reciclagem de resíduos de materiais tem aumentado ao longo dos anos devido a muitos desenvolvimentos infraestruturais devido ao rápido aumento da população e à urbanização (LASSU, 2016). Para a proteção ambiental, algumas medidas, como limitar o uso de recursos finitos e gerenciar a destinação de resíduos, têm levado a promover a reciclagem desses materiais no final de sua vida útil. O desenvolvimento de novas instalações para descarte ou reciclagem é amplamente controverso, empurrando os desafios atuais que envolvem organizações de exportação e importação de resíduos (LASSU, 2016).

Na atualidade, para que uma empresa tenha uma maior visibilidade no mercado, sobretudo no ramo da Construção Civil, é necessário que haja um gerenciamento para com redução dos impactos sobre o meio ambiente, visto que muitas cidades, sobretudo as metrópoles, exigem através de leis que a destinação final dos Resíduos da Construção Civil (RCC) seja feita de maneira adequada (NASCIMENTO et al., 2018). A empresa deve reforçar seu papel de agente estruturante na construção equilibrada economicamente e socialmente. Todavia, a sustentabilidade não pode ser enfrentada, ou mesmo vista, como uma meta a ser atingida dentro de uma conjuntura finita, mas, como um artifício de evolução contínua (NASCIMENTO et al., 2018).

Deste modo, a avaliação do grau de sustentabilidade de uma empresa, por meio de indicadores, é essencial para o monitoramento e análise das atividades geradas com vistas a um estágio superior de sustentabilidade gerencial. Nesse contexto, a empresa deve formar uma visão de planejamento e de operação, em todas as suas questões, que aprecie as ações propostas e sua execução a curto, médio e longo prazo. Sendo assim, a adoção de determinados mecanismos, propicia a empresa um conjunto de ações onde se obtém melhores resultados em função da redução de consumo de matéria-prima e recursos naturais; e um desempenho socialmente responsável, visto que toda empresa está introduzida num ambiente social (LEAL, 2019).

Foram expandidas ferramentas de gestão e designado normas, assim como padrões internacionais por órgão ou instituições específicas, sobretudo nas organizações não governamentais e os organismos multilaterais, observando o desenvolvimento e consolidação de um conjunto de padrões e indicadores cabíveis e auditáveis no que se mencione aos aspectos ambientais e sociais (VILELA JUNIOR; DEMAJOROVIC, 2018). A Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define os resíduos sólidos como qualquer “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade” (BRASIL, 2010).

Contudo, a norma da ABNT 10004 definindo-os como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor técnica disponível.

É necessário observar o cuidado com a sustentabilidade e sua função como um tripé, integrando as áreas ambiental, econômica e social, associadas e complementares em um verdadeiro ciclo. Na atualidade essa questão tem sido mais bem aceita, visto que cada vez mais as organizações envolvidas nas questões sobre a sustentabilidade (incluindo o gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil), são levantadas por iniciativa própria, programas institucionais de escolas de alfabetização, inclusão digital, oficinas de artes, cursos profissionais organizados na própria empresa com parcerias com órgãos institucionais como SENAI e Sesi (LASSU, 2016).

Para ser sustentável, uma empresa ou mesmo um empreendimento deve ter em todas as suas obras e decisões, em todos os seus procedimentos e frutos, de maneira concreta e permanente, a ecoeficiência. Vale salientar que se deve produzir mais e melhor com menos: mais produtos de melhor qualidade, com menos poluição e menos uso de recursos naturais. E tem que ser socialmente responsável: toda empresa está introduzida num ambiente social, no qual influi ou recebe influência (BERTOLLO et al., 2014). Com isso, é compreensível que a gestão correta desses resíduos, vise não só a recuperação dos locais atingidos, como também o processo de reaproveitamento de materiais descartáveis.

Esse processo é realizado a partir de materiais que demoram a se reintegrar e se decompor no meio ambiente tais como: plásticos, vidros etc. A reciclagem com certeza traz benefícios ao meio ambiente, à economia e à sociedade em si, pois sua utilização diminui a poluição, melhora as condições de limpeza das cidades, favorece a produção de compostos orgânicos urbanos, prolonga a vida útil dos aterros sanitários, cria novas formas de empregos, estimula a produção de materiais com fontes recicláveis e melhora a consciência ecológica em um todo (XAVIER; GUIMARÃES, 2009).

Entretanto, mesmo existindo uma regulamentação adequada o resíduo ainda, grande vilão do meio ambiente, não possui o gerenciamento adequado no Brasil e com isso vem ocasionando diversos prejuízos ambientais, sociais e graves problemas de saúde pública. O impacto ambiental deixa sua seqüela devido o precário gerenciamento do resíduo que causa contaminação de solos, subsolos e cursos d'água enchentes e erosões, trazendo assim grandes desgastes para a flora e fauna (EL-DEIR, 2018).

É lamentável que no Brasil exista um costume que funciona de forma tímida e frágil, ação causada pela falta de apoio do próprio governo, pois este conjunto não recebe apoio financeiro e nem tão pouco tecnológico, para articular o processo que sem dúvida, ajudaria bastante o meio ambiente. Hoje o encargo empresarial frente ao meio ambiente é centrado



na análise de como as empresas interagem com o meio em que habitam e praticam suas atividades, deste modo, uma empresa que possua um modelo de Gestão Ambiental já está correlacionada à responsabilidade social. Tais episódios irão de certa forma interatuar com as tomadas de decisões da empresa, tendo total seriedade na estratégia empresarial (DIONYSIO, 2018).

A participação de associados à gestão ambiental em vista da recuperação de áreas degradadas e as técnicas de reflorestamento, usam métodos para a exploração sustentável de recursos naturais (DIONYSIO, 2018). O estudo dos riscos e impactos ambientais para a estimativa das áreas dos novos empreendimentos ou no aumento de atividades produtivas. A dificuldade de estabelecimento de critérios para a utilização dos recursos naturais tornou difundida a poluição ambiental, que passou a afetar a totalidade da população, através de uma apropriação socialmente indevida.

Atualmente, a sustentabilidade na construção civil é um tema de suma importância, tanto no mundo acadêmico como para a indústria da construção. Já que todos os empreendimentos causam um grande impacto ambiental ao longo de toda a sua cadeia produtiva, como também um grande impacto à ocupação de terras, extração de matérias-primas, produção e transporte de materiais, construção de edifícios e geração e disposição de resíduos sólidos. A indústria da construção civil é vista como um dos grandes colaboradores para desenvolvimento socioeconômico em todos os países, mas pela relação à quantidade de materiais, estipula-se que em um metro quadrado de construção de um edifício são gastos em torno de uma tonelada de materiais, vinculando grandes quantidades de rejeitos (SPOSTO, 2016).

Estudos realizados em alguns municípios distinguem que o resíduo de construção formal tem uma questão entre 15% a 30% na massa de resíduos de construção e demolição. Ainda que representem uma parte menor em relação à construção informal, os resíduos oriundos da construção civil podem ser designados do mesmo modo, isto é, caso não tenha uma adequação correta, causa impactos ambientais (negativos) significativos e expondo a intensidade da construção empresarial a riscos de atuações e finalidades vindas da responsabilização por um crime ambiental (dispor de resíduos sólidos em desacordo com a legislação é considerado crime ambiental) (MEDEIROS et al., 2019).

Todo e qualquer projeto de construção civil, em sua ação, atinge o meio ambiente, sendo certo que o desenvolvimento é algo indispensável, impõe-se a debater os instrumentos e mecanismos que os harmonizem, suavizando ao máximo os impactos negativos sob a ecologia, e, conseqüentemente, os valores econômicos e sociais. Por meio de instrumento de compatibilização, o incremento e proteção ambiental tem seu merecimento especial atenção ao Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA), a ser elaborado antes da instalação de obra ou atividade potencialmente geradora de significativa degradação ao meio ambiente (GOLDEMBERG; LUCON, 2018).

Portanto, o processo de gerenciamento dos RCC's tem início na fase de projetos da construtora, onde será definido dentro do canteiro de obras o local da central de resíduos, para que seja facilitada a separação e retirada pela empresa coletora que é o um dos agentes responsáveis pelo processo de gerenciamento destinando para os aterros sanitários ou para as usinas de reciclagem de acordo com as demandas ou o interesse dos empreendimentos. De acordo com Medeiros et al. (2015), as soluções para a gestão dos RCC's nas cidades devem ser viabilizadas de maneira que possam integrar a situações, tais como: órgão público municipal – responsável pelo controle e fiscalização do transporte e da destinação dos resíduos; Geradores de resíduos – responsáveis pela observância dos padrões estabelecidos pela legislação no que tange à disposição final dos resíduos, fazendo uma

gestão externa; transportadoras – estas responsáveis pela destinação aos locais licenciados e pela apresentação do comprovante de destinação. Conforme a resolução do CONAMA 307/2002, o artigo 5º, afirma que é de responsabilidade dos municípios elaborar um Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de RCC. Esta mesma resolução assegura no artigo 4º, que os geradores deverão ter estas mesmas responsabilidades na destinação final do resíduo (MORAES et al., 2016).

4. CONCLUSÃO

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

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

A importância do gerenciamento abrange várias áreas, desde a cadeia ambiental às condições e riscos de trabalho. A legislação acerca dos resíduos se mostra de grande pontualidade em cada um dos seus tópicos, elevando a construção civil a um patamar de responsabilidade socioambiental, onde cabe a todos os geradores cumprir com responsabilidade cada uma das vertentes imposta pela Lei e pelo CONAMA, para que todos prosperem com uma boa gestão, sabendo onde cada um possa interferir e ganhar positivamente com a adoção das regras. Entendendo a necessidade dos processos de reaproveitamento e descarte final dos resíduos de construção e demolição, traz o ganho de confiança com a sociedade, se torna exemplo a ser seguido as demais empresas, constitui um marketing verde, com o intuito principal da qualidade de vida dos que seriam afetados com a má gestão dos resíduos, sem a destinação correta, o RCD é um grande problema a ser enfrentado no dia a dia, além do mais milhares de municípios carecem de tecnologia, conhecimento e investimento para tornar o processo do RCD presente para todos.

As principais saídas para tornar o RCD reaproveitado, reciclado e inserido em diversas áreas de atuação da construção civil, o problema nunca será a falta de possibilidades de aplicação, mas sim a responsabilidade de cobrar e atuar a legislação perante a todos. Desta forma, a construção civil se torna a maior e mais importante chave necessária para um futuro próspero, adotando sempre a boa gestão dos resíduos que por ela foram criados, de tal forma no futuro pode-se trazer estudos para melhorias nos processos de aplicabilidades, tornando-os mais viáveis em pequenas obras e para leigos, com novas tecnologias para abranger um maior leque de possibilidades para o RCD, em métodos novos para a construção civil. A partir desta revisão bibliográfica apresentada, conclui-se que o reuso de RCD é uma prática comprovadamente viável do ponto de vista técnico e financeiro.



Contudo, ainda precisa ser mais difundida no Brasil, uma vez que, ainda sobram grandes quantidades do resíduo sem uma destinação correta. Para tanto, soluções em gestão de modo a garantir um controle de qualidade mais aperfeiçoado ao produto final são medidas que poderiam aumentar o interesse por parte dos usuários. Com isso, grandes benefícios financeiros e ambientais seriam observados a médio e longo prazo.

Referências

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 10004/04 Resíduos Sólidos, Disponível em: <<http://www.unaerp.br/documentos/2234-abntnabr-10004/file>>. Acesso em: 13 abril. 2023.

BERTOLLO, Diego; et al. **Análise da Contabilidade Ambiental com Enfoque em Gestão Ambiental e Sustentabilidade na Empresa Petrobrás**. Artigo científico, 2014.

BRASIL. **Lei nº12305**, de 02 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 abr. 2023. DIONYSIO, Luis Gustavo Magro. Lixo urbano: descarte e reciclagem de materiais. PucRio. Artigo científico, 2018.

EL-DEIR, Soraya Giovanetti. **Resíduos sólidos Perspectivas e desafios para a gestão integrada**. Recife: EDUFRPE, 2018.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2018.

LASSUS, A. **Pilares da Sustentabilidade**. Recife: EDUFRPE, 2016.

LEAL, C. E. **A Era Das Organizações Sustentáveis**. PucRio. Artigo científico, 2019.

MEDEIROS, Mirela Oliveira; SILVA, Meryhelen Rosas da; ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de Araújo; MEIRA, Alexandra Rocha Meira. Diagnóstico do acondicionamento e transporte de RCCs gerados pelas empresas construtoras da grande João Pessoa. **Revista Principia - Divulgação Científica E Tecnológica do IFPB**, n. 27 – João Pessoa, 2015.

MORAES, Augusto Hilário de; et al. **Gerenciamento Sustentável dos Resíduos da Construção e Demolição. Goiânia**, v. 26, n. 2, abr./jun. 2016.

NASCIMENTO, Natalia Karolina Lobato do; et al. **Gestão Empresarial Sustentável: o caso da empresa Bera-ca**. XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2018.

SPOSTO, Rosa Maria. Resíduos Sólidos na Construção Civil: problema ou solução? **Revista Espaço Acadêmico**. N. 61- jul 2016.

VILELA JUNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques. **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental**. São Paulo: Senac, 2018.

6

O USO DE PISO PERMEÁVEL COMO MEDIDA SUSTENTÁVEL NA CAPTAÇÃO DE ÁGUA

THE USE OF PERMEABLE FLOORING AS A SUSTAINABLE MEASURE IN WATER COLLECTION

Caio Lucas Barbosa Cidreira¹

Rafael Marochi²

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O uso de piso permeável é uma prática sustentável que tem como objetivo reduzir os problemas relacionados à captação de água em áreas urbanas. Todavia, destaca a importância do uso de piso permeável como medida sustentável na captação de água e como essa prática pode contribuir para a preservação dos recursos hídricos e o desenvolvimento urbano sustentável. O tema se tornou relevante devido a necessidade de realização de uma gestão da manutenção voltada a questão da prevenção e correção das possíveis falhas dos componentes deste recurso. O Objetivo principal deste estudo foi: Apresentar um sistema alternativo para pavimentação utilizando o concreto permeável, descrevendo, analisando e identificando as informações sobre piso permeável, visando o material como um amenizador do problema de impermeabilização do solo. Como metodologia foi utilizado a revisão da literatura, que contou com a seleção de arquivos publicados em plataforma consideradas idôneas como Scielo e Scholar, que tiveram seus dados analisados de forma qualitativa e descritiva. Os resultados apontaram que este assoalho permite que a água da chuva seja absorvida pelo solo, reduzindo a quantidade de água superficial e evitando enchentes e alagamentos em áreas urbanas. Conclui-se que o artigo apresenta uma visão geral e específica sobre o uso de piso permeável como uma medida sustentável para a captação de água, destacando seus benefícios ambientais e econômicos, bem como seus desafios e limitações.

Palavras-chave: Piso permeável. Captação de água. Vantagens ambientais e econômicas. Preservação. Sustentável. Desenvolvimento.

Abstract

The use of permeable flooring is a sustainable practice that aims to reduce problems related to water capture in urban areas. However, it highlights the importance of using permeable flooring as a sustainable measure for water capture and how this practice can contribute to the preservation of water resources and sustainable urban development. The topic became relevant due to the need to carry out maintenance management aimed at preventing and correcting possible failures of the components of this resource. The main objective of this study was: To present an alternative system for paving using permeable concrete, describing, analyzing and identifying information about permeable flooring, aiming at the material as a way to alleviate the problem of soil waterproofing. As a methodology, a literature review was used, which included the selection of files published on platforms considered reputable, such as Scielo and Scholar, which had their data analyzed in a qualitative and descriptive way. The results showed that this floor allows rainwater to be absorbed by the soil, reducing the amount of surface water and preventing flooding in urban areas. It is concluded that the article presents a general and specific overview of the use of permeable flooring as a sustainable measure for water capture, highlighting its environmental and economic benefits, as well as its challenges and limitations.

Keywords: Permeable floor. Water catchment. Environmental and economic advantages. Preservation. Sustainable. Development.

1. INTRODUÇÃO

O piso permeável é um tipo de revestimento que permite a infiltração da água no solo, ao contrário dos pisos convencionais que geram grande quantidade de escoamento superficial. Esses tipos de pisos são feitos de materiais porosos, como concreto poroso, pavimento intertravado, grama ou cascalho, que permitem que a água passe através dos espaços entre as partículas e ajudam a reduzir o escoamento superficial da água da chuva, o que pode levar a inundações e erosão. Seu principal objetivo é reduzir o impacto ambiental causado pela impermeabilização do solo, contribuindo para a prevenção de enchentes e a manutenção da qualidade da água.

A seleção do tema para este artigo tem como objetivo uma análise teórica e prática de um material capaz de mitigar os problemas causados pela impermeabilização do solo. Uma das principais vantagens desse material é sua capacidade de permitir a infiltração da água da chuva, reduzindo o escoamento nas ruas.

Atualmente, esse tipo de estrutura representa apenas uma pequena fração da pavimentação utilizada no mundo. No entanto, a crescente preocupação pública com questões ambientais, a necessidade de atender às exigências legais cada vez mais rigorosas em relação à área permeável dos empreendimentos e os desafios da drenagem urbana têm impulsionado o uso de materiais permeáveis na pavimentação de áreas urbanas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este estudo evidencia que o Brasil precisa avançar significativamente em sua jornada em direção à sustentabilidade, abrangendo todo o território nacional, e é fundamental buscar novas tecnologias que assegurem a proteção da sociedade e do meio ambiente.

Metodologia utilizada no trabalho foi a realização de um levantamento exploratório por meio da bibliografia utilizando as bases de dados e compilando as informações de teses, publicações, dissertações publicados nos últimos 10 anos, presentes nos indexadores Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* - Scielo, para coletar informações e desenvolver o conteúdo utilizado na presente pesquisa por meio das palavras-chaves: “pavimento permeável”, “concreto asfáltico poroso”, “sustentável”.

2.2 Resultados e Discussão

Existem vários tipos de pavimentos permeáveis que podem ser utilizados na construção civil como solução sustentável. Alguns exemplos são:

- Pavimento de concreto poroso: este tipo de pavimento é composto por uma mistura de cimento, agregados e água, e sua porosidade é garantida por meio da utilização de agregados com tamanhos variados. É amplamente utilizado em estacionamentos, praças e calçadas.
- Pavimento intertravado: é composto por peças de concreto com pequenos vazios entre elas, permitindo a infiltração da água da chuva. É amplamente utilizado em calçadas, praças e estacionamentos.



- Pavimento drenante de argila expandida: é composto por uma camada de argila expandida, que possui alta capacidade de retenção de água, e uma camada superficial de revestimento permeável. É utilizado principalmente em áreas de tráfego leve, como calçadas e praças.
- Pavimento de grama: é composto por uma camada de solo, uma camada de areia e uma camada de grama. Permite a infiltração da água da chuva e é utilizado em áreas verdes como jardins, parques e campos de golfe.
- Asfalto poroso: é composto por uma mistura de agregados, cimento asfáltico e água, com uma menor quantidade de agregados e maior quantidade de vazios do que o asfalto tradicional. Permite a infiltração da água da chuva e é utilizado principalmente em estacionamentos e estradas de baixo volume de tráfego.

A escolha do tema para a realização deste trabalho, foi realizada uma pesquisa exploratória por meio da revisão bibliográfica, utilizando várias fontes, como teses, publicações, artigos, livros, dissertações e revistas. As informações coletadas foram compiladas e utilizadas para o desenvolvimento do conteúdo deste estudo. Com base nas informações apresentadas, conclui-se que o pavimento permeável é uma solução para os problemas causados pelo grande volume de precipitação, sendo que o concreto asfáltico poroso pode ser uma opção viável.

2.2.1 Pavimento permeável

Pavimentos permeáveis são superfícies de drenagem que realizam a penetração, armazenamento e infiltração de parte ou de toda a água do escoamento em superfície em uma camada de depósito temporário no solo, que é gradualmente absorvida a partir do próprio solo (ACIOLI, 2005). Os pavimentos permeáveis incluem asfalto e concreto porosos, blocos e muitos outros sistemas construtivos que podem ser usados nas áreas urbanas mais comuns, como calçadas, estacionamentos, praças, parques e áreas abertas, como estradas locais e tipos de acessos (GAL, 2013). A Figura 1 demonstra um exemplo de uso desse tipo de pavimento.

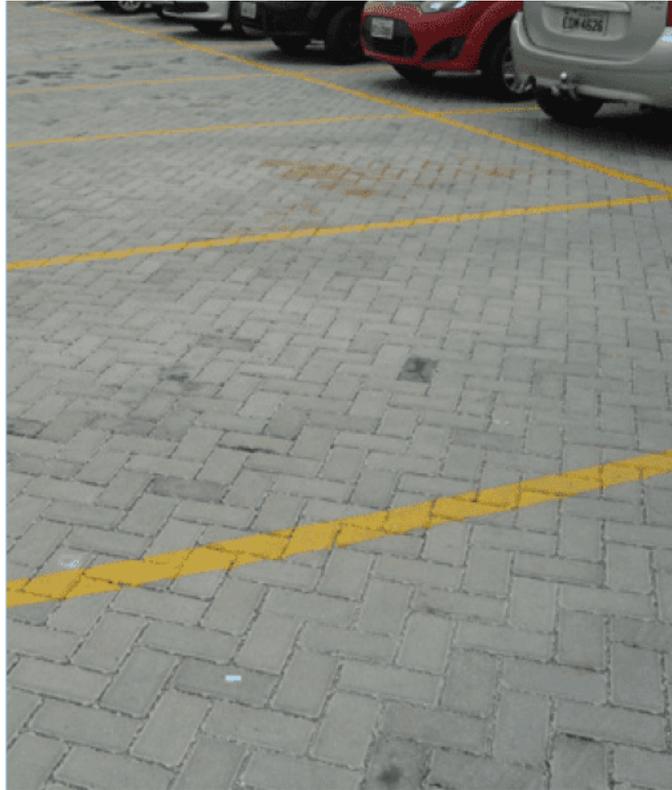


Figura 1. Pavimento de blocos de concreto poroso e permeável em estacionamento

Fonte: ABCP (2013)

Os pavimentos são basicamente constituídos dos mesmos materiais, apesar dos pavimentos permeáveis possuírem conotações diferentes. No Quadro 1 a seguir é demonstrado os elementos e materiais empregado nos pavimentos permeáveis, no entanto os pavimentos permeáveis não possuem todos os componentes demonstrados, a resolução se demonstra melhor quando realizada a combinação perfeita dos componentes para atender à necessidade.

Quadro 1. Componentes e elementos utilizados em pavimentos permeáveis

Terminologia aplicada a Pavimentos Porosos	
Terminologia	Definição
Camada de Base	Camada colocada abaixo da superfície de revestimento para aumenta a espessura do pavimento. Pode ser simplesmente chamada de Base.
Camada	Espaço ocupado entre dois tipos de materiais na estrutura do pavimento.
Camada Filtrante	Qualquer camada entre outras ou entre o pavimento e o subleito que detenha a migração de partículas para os vazios da camada subjacente.
Geomembrana	Tecido impermeável geralmente plástico ou Polietileno de Alta Densidade (PEAD) utilizada em sistemas impermeabilizantes.
Geotextil	Manta não-tecida de filamentos de polipropileno que possibilita a livre passagem das águas de infiltração para o meio drenante.
Pavimento	Qualquer tratamento ou cobertura na superfície que suporte qualquer tipo de tráfego.
Sobrecamada	Camada aplicada sobre qualquer tipo de pavimento preexistente
Estrutura do Pavimento	Combinação de camadas de materiais colocadas sobre o subleito que possibilitam o suporte mecânico do pavimento.
Reservatório	Qualquer parte do pavimento com capacidade de estocagem o condutividade de água. O reservatório pode ser sobreposto ou combinado com outras camadas do pavimento. Também chamado de Reservatório de Base, Camada Drenante ou Colchão drenante.
Sub-base	Camada colocada abaixo da Base a fim de aumentar a espessura do pavimento.
Subleito	Solo natural ou reforçado abaixo da estrutura do pavimento, responsável pela absorção em última instância dos carregamentos.
Revestimento	Camada do pavimento que recebe diretamente a carga de tráfego.

Fonte: Virgiliis (2009)

Como contextualizado, o pavimento permeável se demonstra como uma nova alternativa, e sua realização é simples, e como vantagem pode ajudar nos problemas tidos com drenagens em grandes centros urbanos.

2.2.2 Propriedades do pavimento permeável

A formação do pavimento permeável é constituída de camadas de agregados de diferentes granulometrias que possibilitam maior volume de vazios com capacidade de acúmulo de água, é justamente nesse ponto que esse tipo de pavimento se destaca em relação aos convencionais (BERNUCCI; MOTTA; CERATTI, 2010). Embora seu custo seja mais elevado que o pavimento asfáltico convencional, sua velocidade de percolação é significativamente maior, quando comparado ao asfalto convencional molhado a água tende a desaparecer rapidamente sob esta superfície, gerando um custo-benefício muito vantajoso (TOMAZ, 2009). Com base nesse contexto, esse tipo de pavimento permite uma drenagem superior das precipitações, minimizando os índices de enchentes. Isso por que, estrutura permeável desses pisos possibilita passagem de até 95% do volume de água que entra tendo velocidade de percolação variando de 0,2 a 0,9 metros por segundo, de acordo com o tipo de material (BALBO, 2007).

2.2.3 Classificação do piso permeável

Os pavimentos permeáveis são aqueles que possuem a capacidade de armazenar temporariamente a água da chuva, permitindo que ela seja drenada ou infiltrada no solo. De acordo com Acioli (2005), esses pavimentos possuem duas funções principais: a função mecânica, que permite suportar o tráfego de veículos, e a função hidráulica, relacionada ao armazenamento e drenagem da água.

- a) Função Mecânica: sobre o quadro estrutural que permite o realizar o carregamento determinado pelo tráfego de veículos.
- b) Função Hidráulica: relacionado ao armazenamento, que retém temporariamente a água através da porosidade dos materiais, seguido de drenagem e, se possível, pela penetração no solo do interior.

Os tipos de pavimento com funções voltadas para a drenagem urbana e pluvial (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2011) podem ser assim classificados:

- a) Pavimentos com revestimentos permeáveis: permitem que a água da chuva atinja as camadas inferiores da calçada e causem uma ligeira diminuição no escoamento superficial.
- b) Pavimentos porosos para contenção: elas desempenham o papel de armazenar a precipitação temporária da água da chuva, ou seja, com escoamento local, ausente das funções de infiltração, elas são divididas em:
 - Pavimentos de armazenamento porosos com infiltração direta, com superfícies permeáveis.
 - Pavimentos porosos para contenção com infiltração indireta, com superfícies impermeáveis.
- c) Pavimentos de infiltração porosa: desempenha duas funções diferentes, o armazenamento temporário e a penetração da água da chuva dividem-se em:
 - Pavimentos de infiltração porosa com infiltração distribuída, com superfícies permeáveis.
 - Pavimentos de infiltração porosa com infiltração local, com superfícies impermeáveis.

Para cada um desses diversos tipos de pavimentos tem uma certa estrutura determinada em relação ao seu uso.

2.2.4 Funcionalidade de pavimentos permeáveis

De acordo com Fergusson (2005), é viável estabelecer a localização dos pavimentos permeáveis por meio da comparação entre a proporção de áreas cobertas e a área potencial para aplicação desse método em determinados setores. É possível identificar as áreas adequadas para implementação de pavimentos permeáveis: setores comerciais, utilização predial, uso residencial, dentre outros.

Os revestimentos permeáveis são usualmente ausentes dos métodos de impermeabilização porque, ao contrário das superfícies de pavimento convencional, eles têm a composição adequada a absorção água e, portanto, hidratam as camadas inferiores do solo (ACIOLI, 2005). A execução de pavimentos permeáveis visa criar um incentivo para a drenagem das cidades. Como dispositivo de penetração, atua como um método alternativo

para aumentar a permeabilidade da terra urbana e torna-se um meio de drenagem (VIRGILIIS, 2009).

2.2.5 Custo-Benefício

É relevante salientar que o custo do pavimento permeável é superior ao dos pavimentos convencionais, devido a diversas razões, tais como a necessidade de agregados de maior qualidade e a utilização de ligantes modificados por polímeros para prevenir a penetração parcial de tintas. Além disso, o material utilizado para sinalização das vias é diferente. No entanto, os custos ambientais embutidos no uso desse pavimento resultam em uma redução significativa do impacto ambiental, o que por sua vez gera economia em gastos com reconstruções de perdas decorrentes de enchentes e melhora o aproveitamento da água de reuso, além de reduzir os gastos com o tratamento de esgoto. Isso ocorre porque o pavimento permeável diminui o volume de água lançada nas estações de tratamento de esgoto por ligações clandestinas e, conseqüentemente, melhora a saúde da população, reduzindo o impacto de enchentes.

De acordo com Bonafé (2016), a manutenção do pavimento permeável é composta por três tipos de intervenção: conservação, restauração e reconstrução. A conservação consiste na correção parcial ou total de deficiências e na proteção das estruturas do pavimento. A restauração é feita para proporcionar requisitos funcionais admissíveis por meio de intervenções, onde o desempenho e a durabilidade sejam superiores ao investimento financeiro realizado no local, com necessidade de um projeto de engenharia íntegro e consistente. A reconstrução é a remoção total do pavimento existente, necessária quando os custos para a restauração são maiores do que os da reconstrução do pavimento existente ou quando não há confiabilidade no pavimento que está sendo restaurado e precisa ser alterado por mudanças no traçado da rodovia.

No caso do pavimento permeável, a manutenção deve ser realizada com o objetivo de manter as características e funcionalidades necessárias para que o pavimento poroso cumpra seu papel de drenagem, absorção de ruídos, de deformações e de trincas ao longo do tempo. A periodicidade de manutenção para esses pavimentos varia de seis meses a dois anos (ACIOLI, 2005).

3. CONCLUSÃO

Através da realização deste estudo foi possível avaliar a implementação de pisos permeáveis em áreas urbanas pois oferece diversos benefícios ambientais, auxilia na redução do escoamento superficial, minimizando o risco de enchentes e a sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana.

Logo, a adoção de pisos permeáveis tem um impacto positivo na qualidade da água. O processo de filtragem natural promovido pelo solo e pelo substrato permeável retém sedimentos, nutrientes e poluentes presentes na água, evitando que esses contaminantes atinjam as fontes de água potável.

Salientou-se, por fim, que a utilização de pisos permeáveis também está diretamente ligada ao desenvolvimento urbano sustentável. A gestão adequada dos recursos hídricos é um dos pilares fundamentais para a criação de cidades mais resilientes e ambientalmente equilibradas. Ao adotar essa medida sustentável, os municípios podem promover uma melhor gestão da água, reduzir a dependência de fontes externas de abastecimento e ga-

rantir a disponibilidade de recursos hídricos para as gerações futuras.

Assim, os dados presentes e a forma como os mesmos foram organizados possibilitou a concretização dos objetivos propostos, uma vez que permitiu a compreensão sobre a importância do uso de piso permeável como medida sustentável na captação de água e como essa prática pode contribuir para a preservação dos recursos hídricos e o desenvolvimento urbano sustentável, podendo, dessa forma, contribuir para que futuros trabalhos, tanto de cunho acadêmico quanto científico, possam ser formulados com o intuito de ampliar o conhecimento sobre o assunto em questão.

Referências

ACIOLI L. A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para controle do escoamento superficial na fonte**. 2005. 162 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Projeto técnico: **pavimento permeável**. Soluções para cidades. 2013. Disponível em: <http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/10/AF_Pav%20Permeavel_web.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) . NBR 7207: **Terminologia e classificação de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2014.

BAPTISTA, M; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2011. 318 p.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Abeda, 2010.

BONAFÉ, Gabriel. **Pavimentos Permeáveis evitam o acúmulo de água no piso**. 2016. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/pavimentos-permeaveis-evitam-acumulo-de-agua-no-piso_10955_0_1>. Acesso em: 17 fev. 2020.

FERGUSON, B. K. **Stormwater infiltration**. Boca Raton: Lewis, 2014.

SOLUÇÕES PARA CIDADES. **Pavimento Permeável**. 2013. Disponível em: https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/10/AF_Pav%20Permeavel_web.pdf . Acesso em: 16 mar. 2019.

TOMAZ, P. **Pavimento Poroso**. 2009. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo60_pavimento_poroso.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

VIRGILIIS, A. L. C. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheias**. 2009. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.



7

MÉTODO CONSTRUTIVO “WOOD FRAME”: UMA OPORTUNIDADE SUSTENTÁVEL PARA O MERCADO DE CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRO

THE “WOOD FRAME” CONSTRUCTION METHOD: A SUSTAINABLE OPPORTUNITY FOR THE BRAZILIAN CONSTRUCTION MARKET

Kim de Sousa Soares¹

Mirian Nunes de Carvalho Nunes²

Arthur Silva Soares²

Wellington Santos Araújo²

Tyla Mendes Ricci²

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O presente trabalho foi norteado pelo seguinte problema de pesquisa: De que forma o método construtivo *wood frame* pode se tornar uma oportunidade relevante de implantação para o setor de construção civil brasileiro? Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi analisar de que forma o método construtivo *wood frame* constitui uma oportunidade a ser implantada no setor de construção civil no Brasil. O tipo de pesquisa realizado foi a revisão de literatura, caracterizada pelo método de pesquisa qualitativa e descritiva. Foram abordados pontos relevantes, como o histórico do uso da madeira na construção, o início do uso do sistema *wood frame* nos Estados Unidos e Europa, e as perspectivas de sua implementação no Brasil. Além disso, foram apresentadas as vantagens e desvantagens desse sistema construtivo em comparação com a técnica já consolidada da alvenaria, também foram citados incentivos governamentais e privados para seu uso, e foram elencadas as principais barreiras limitantes a sua maior disseminação no Brasil. Constatou-se, por fim, a existência de inúmeras oportunidades para a implantação do método construtivo *wood frame* no setor de construção civil nacional, pois este método atende requisitos de flexibilidade, podendo ser usado tanto para residências, edificações comerciais, públicas e industriais; possui alta velocidade de execução; atende as necessidades térmicas e acústicas; preço competitivo; requisitos de uma edificação construída de forma sustentável; há a racionalização dos materiais e a geração de resíduos é menor; atende a critérios de eficiência energética e utilização de tecnologias e produtos que não degradam o meio ambiente.

Palavras-chave: Wood frame. Construção civil. Brasil.

Abstract

The present study was guided by the following research problem: How can the wood frame construction method become a relevant opportunity to be implemented in the Brazilian civil construction sector? Thus, the general objective of the research was to analyze how the “wood frame” construction method constitutes an opportunity to be implemented in the Brazilian civil construction sector. The type of research carried out was a literature review, characterized by the qualitative and descriptive research method. Relevant points were addressed, such as the history of the use of wood in construction, the beginning of the use of the wood frame system in the United States and Europe, and the perspectives of its implementation in Brazil. In addition, the advantages and disadvantages of this building system in comparison with the consolidated masonry technique were presented. Government and private incentives for its use were also mentioned, and the main limiting barriers to its wider dissemination in Brazil were listed. Finally, it was verified that there are many opportunities for the implementation of the wood frame construction method in the national civil construction sector, because this method meets flexibility requirements, and can be used for residential, commercial, public and industrial buildings; it has a high execution speed; meets thermal and acoustic needs; competitive price; requirements of a building built in a sustainable way; there is rationalization of materials and waste generation is lower; it meets energy efficiency criteria and uses technologies and products that do not degrade the environment.

Key-words: Wood frame. Civil construction. Brasil.



1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais mais antigos utilizados para diversos fins, entre eles na construção de casas, especialmente pelo método do sistema construtivo em *wood frame*, muito reconhecido e utilizado internacionalmente, principalmente por ser uma alternativa mais barata quando comparada à alvenaria e também sustentável, do ponto de vista ambiental e econômico, por permitir maior aproveitabilidade de todos os recursos utilizados. No Brasil, o método ainda não é tão difundido, apesar de ter características promissoras, pois um dos maiores complicadores para a ampla difusão deste tipo de sistema construtivo é a falta de normalização, associada à falta de qualificação dos trabalhadores envolvidos no processo.

Assim, explorou-se neste estudo o seguinte problema de pesquisa: De que forma o método construtivo *wood frame* pode se tornar uma oportunidade relevante de implantação para o setor de construção civil brasileiro? Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi analisar de que forma o método construtivo *wood frame* constitui uma oportunidade a ser implantada no setor de construção civil no Brasil, e os objetivos específicos foram: compreender o conceito de *wood frame* e sua evolução; identificar as principais características técnicas e vantagens do sistema em *wood frame* para casas; discorrer sobre as necessidades, recomendações normativas internacionais de projeto e os potenciais do sistema construtivo.

O tema proposto nesta pesquisa englobou o fato de que embora a madeira seja um dos materiais de construção mais antigos do mundo, o uso desse material como elemento estrutural no Brasil ainda é cercado de muito desconhecimento. No entanto, nos últimos anos, a introdução do sistema *wood frame* como outra alternativa aos edifícios industrializados tem buscado quebrar esta limitação e mostrado que edifícios de alta qualidade pode ser construídos de forma rápida e sem desperdícios.

Neste tipo de edificação, as paredes são feitas de perfis estruturais de madeira e o desperdício de material é quase nulo, sendo um método ecologicamente correto com competitividade, diferencial técnico e mercadológico e compromisso com o meio ambiente, tendo a sustentabilidade como prioridade. As principais contribuições da pesquisa para a sociedade e para a comunidade científica incluem o fomento à realização de pesquisas na área de construção civil voltada para uso de matéria-prima de caráter mais sustentável.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizada foi a revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e descritiva, tendo sido utilizado o procedimento de revisão da literatura que embasou e buscou responder a situação-problema exposta, recorreu-se assim a artigos científicos, trabalhos acadêmicos, dissertações, teses, sites e toda a informação disponível sobre o tema. Segundo Mettzer (2021), a revisão bibliográfica, que também pode ser chamada de revisão de literatura, é a análise e revisão de quase todos os trabalhos e pesquisas produzidos por outros autores que ajudam a aprofundar um tema de pesquisa ou trabalho escolhido e proposto, ou seja, é a contribuição das teorias de outros autores para a pesquisa escolhida.

Os dados para análise foram coletados e selecionados a partir de material disponível no formato de livros, dissertações e artigos científicos, através de busca nas bases de dados

Google Scholar (Google Acadêmico) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). A escolha dessas fontes de informação se justificou pela abrangência de estudos desenvolvidos no âmbito nacional e internacional. Foi adotada a busca do material a partir das palavras-chave “*wood frame*”, “construção civil” e “Brasil”, sendo considerado o período entre 2016 e 2021 para coleta das informações. Como critério de exclusão não foram utilizados artigos e conteúdo não relacionados ao tema proposto.

2.2 Resultados e Discussão

Desde a antiguidade, a madeira tem sido utilizada na construção e, ao longo do tempo, com o uso da tecnologia sofreu grandes mudanças, especialmente no século XX, quando se desenvolveram as ideias e as técnicas de pré-fabricação. Portanto, quando se trata de soluções construtivas rápidas e simples, a madeira é vista como uma área fértil a ser explorada (TORQUATO, 2010).

Brito (2010) relatou que pesquisas são imprescindíveis para encontrar alternativas de materiais economicamente viáveis que atendam aos requisitos de construção sustentável, e embora a madeira possa apodrecer e estar suscetível ao ataque de pragas sob certas condições, é um material com alta durabilidade quando usado com tecnologia, porque pode ter um período contra a deterioração por 50 anos ou mais. Além disso, quando tratada de forma preventiva, a madeira requer pouca manutenção e pintura.

Uma das pesquisas mais recentes é de Oliveira e Carneiro Neto (2020), no qual os autores destacam que o uso do sistema Wood Frame é uma opção sustentável e economicamente vantajosa, e tem grande potencial. Não se trata apenas de uma construção em madeira, mas sim de um método construtivo tecnológico, sustentável e industrializado. Embora ainda não seja amplamente utilizado na cultura atual, pesquisas confirmam sua qualidade e capacidade de utilização de uma matéria-prima renovável. O desempenho estrutural do Wood Frame é superior ao da alvenaria estrutural em termos de conforto térmico e acústico, o que o torna uma solução viável e eficaz para impulsionar a conscientização da sociedade em relação a soluções construtivas leves e limpas.

Silvestre (2018) complementa que o aumento da demanda por moradias no Brasil, evidenciado por meio do indicador do déficit habitacional, tem motivado a busca por soluções sustentáveis na construção civil como uma alternativa viável para combater ou substituir técnicas convencionais. Essa abordagem se mostra particularmente relevante em países como o Brasil, onde não apenas há um déficit habitacional significativo, mas também condições precárias de habitação. Portanto, a adoção de materiais alternativos e sustentáveis na construção civil pode ser uma solução conveniente para atender a essa demanda crescente de moradias.

O sistema *wood frame* é um dos métodos de construção de casas mais populares nos Estados Unidos (EUA) e em partes da Europa (Figura 1). O sistema é caracterizado pela leveza, adaptabilidade a qualquer forma geométrica, e não requer o uso de equipamentos e ferramentas pesadas na montagem (UNDERSTAND BUILDING CONSTRUCTION, 2017).



Figura 1. Construção em *wood frame*

Fonte: Site *Understand Building Construction* (2017).

Conforme mencionado anteriormente, a estrutura *wood frame*, conforme ilustrada pela Figura 1, é adaptável e pode ser ajustada de acordo com o projeto e estilo necessários. Por ser amplamente utilizado nos Estados Unidos, há um grande número de normas e especificações americanas que tratam dessa estrutura. Os requisitos contidos nesses códigos e normas são muito rígidos em termos de métodos de projeto estrutural, o que torna os edifícios de madeira muito resistentes a altas cargas causadas por ventos fortes, terremotos e neve (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2002).

Segundo Torquato (2010), a origem do sistema *wood frame* remonta ao desbravamento do oeste norte-americano e sempre esteve relacionada com uma construção rápida e, naquela época, uma atividade coletiva. Atualmente, o sistema é tão poderoso na cultura norte-americana e canadense que quase não existem casas construídas com alvenaria estrutural ou sistemas de construção de concreto armado, que são amplamente utilizados no Brasil.

O *wood frame* revolucionou a construção habitacional, proporcionando baixo custo e grande flexibilidade na construção de moradias, principalmente de baixa renda. Apesar de suas muitas vantagens, esse sistema ainda é difícil de promover no nosso país. O maior obstáculo são as questões culturais relacionadas ao preconceito contra o uso indevido da madeira como material de construção devido à falta de normalização nacional (BERTOLINI, 2013).

A construção em *wood frame* (Figura 2) utiliza basicamente estruturas de painéis com quantidades leves de madeira tratada e reflorestada, normalmente com seção transversal de dimensões menores. O espaço entre as quantidades costuma ser muito reduzido, formando uma estrutura na qual é fixada uma placa de madeira reconstituída, conhecida por *Oriented Strand Board* (OSB), para formar uma espécie de fechamento. A instalação deste tipo de estrutura pode ser industrializada ou *in loco* (PEREIRA, J., 2015).

Existem diferentes tipos de arranjos (*frames*) disponíveis para utilização em construções de *wood frame*. Os sistemas mais comumente usados são divisórias horizontais (*horizontal diaphragms*) e painéis de parede (*shearwalls*), que podem resistir a tensões causadas por cargas ou ações laterais, inicialmente denominado de “sistema de caixa” (*box system* pelos americanos). No entanto, as normas americanas modificaram esse termo para “sistema de parede estrutural” (*bearing walls system*) (CESARINO, 2016).

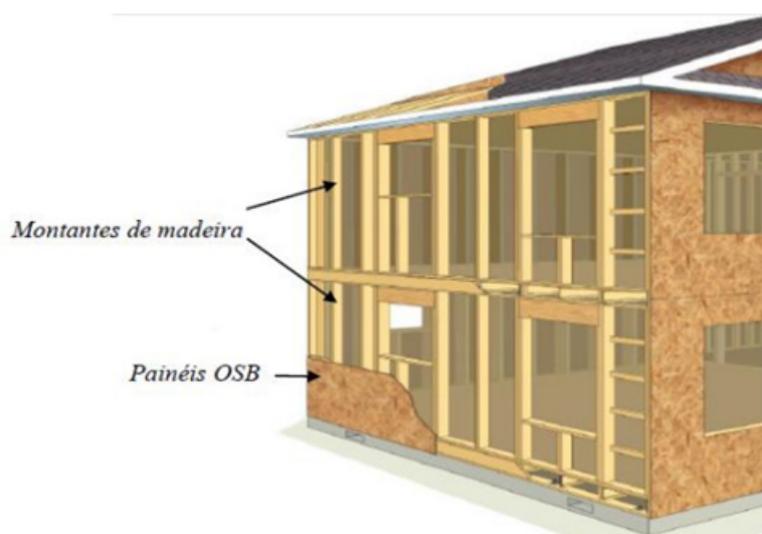


Figura 2. Detalhe da composição entre montantes de madeira e painéis OSB

Fonte: Adaptado de Advanced Framing Construction Guide (2014).

O arranjo de *wood frame* mencionado anteriormente consiste em blocos de madeira que, associados, constituem um grupo. O kit também pode ser usado para formar lajes e telhados de edifícios. Este método permite uma boa unidade entre materiais diferentes, como o concreto armado. Isso é muito funcional, pois a garagem ou térreo desses edifícios é construído com concreto armado e/ou alvenaria em blocos de concreto, enquanto os demais pisos são feitos com o uso de *wood frame* (CESARINO, 2016).

A primeira etapa de execução é a fundação. Escolher esse tipo de fundação depende de fatores como tipo de construção, topografia do local e qualidade do solo. Por se tratar de uma estrutura de madeira leve, a estrutura de fundação utilizada neste tipo de obra é de baixa complexidade estrutural. Mas isso não diminui a importância da fundação quando se trata de obras em madeira, tendo em vista que é fundamental em relação a durabilidade, por ligar a edificação ao solo, e deve, assim, evitar a infiltração que é proveniente deste, por meio da capilaridade nas paredes de madeira (TORQUATO, 2010).

Em seguida, tem-se a etapa de estrutura e vedação. Considerando que o sistema *wood frame* baseia-se em painéis modulados, que têm função estrutural e de vedação, estes são constituídos por quantidades de pinus, que são tratados e impermeabilizados, posteriormente sendo fixadas as placas OSB. Os pisos são constituídos por *decks* compostos por chapas OSB apoiadas sobre vigas de madeira, que são utilizadas geralmente no formato I, visto que dessa forma é possível construir um piso leve e resistente aos esforços de flexão causados pelo peso próprio da estrutura e também por eventuais cargas acidentais. Neste caso, as chapas OSB funcionam como um contrapiso, utilizando-se revestimentos de carpete ou piso com manta intermediária que garante o isolamento acústico. Em áreas externas ou úmidas deve-se utilizar placas cimentícias, por cima das chapas OSB, sobre as quais é necessária a aplicação, através de pintura, de impermeabilização por meio de manta acrílica. O rejunte feito entre as placas cimentícias e nos cantos com as paredes é feito utilizando-se fibra de vidro com estruturante. Ainda segundo Molina; Calil (2010), ao final, sobre a impermeabilização é colocado o piso frio com argamassa colante.

O sistema construtivo em *wood frame* oferece muitas vantagens, pois é flexível e pode ser aplicado em diferentes tipos de construções, tais como residências, edifícios comerciais, públicos e industriais. Além disso, sua execução é bastante rápida, atendendo às demandas térmicas e acústicas. Esse método é também uma opção competitiva em termos de preço e apresenta as principais características de uma construção sustentável,

pois os materiais utilizados proporcionam conforto térmico e acústico, há uma otimização no uso de materiais e a geração de resíduos é reduzida em comparação à construção em alvenaria. Ademais, o sistema é eficiente em termos energéticos e utiliza tecnologias e produtos que não prejudicam o meio ambiente (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

Em relação à sustentabilidade, quando comparado a alvenaria, o sistema *wood frame* reduz as emissões de dióxido de carbono (CO₂) em 80% (GIRIBOLA, 2013). De acordo com Muniz (2015), comparado com uma edificação construída em alvenaria convencional, o *wood frame* apresenta uma redução de 90% no consumo de água e 85% na produção de resíduos durante o processo de construção.

Outras vantagens do sistema *wood frame* são a sua durabilidade, pode ser utilizado em regiões sujeitas a ventos extremos e abalos sísmicos uma vez que há possibilidade de reforço e adaptação para absorver as cargas geradas nestas situações. É construído a partir de um recurso renovável (madeira plantada), atende perfeitamente requisitos de segurança contra incêndio e controle de som, e devido a sua alta capacidade de adaptação pode ser utilizado em todos os tipos de clima, ou seja, desde os mais quentes e úmidos até os extremamente frios (CMHC, 2014).

Em comparação a outros sistemas, a construção em *wood frame* possui poucas desvantagens, mas que são facilmente isoladas e tratadas, como: a necessidade de mão de obra qualificada, falta de profissionais e ferramentas especializadas no Brasil, resistência do mercado imobiliário a mudanças e a limitação de altura das edificações, que é de no máximo cinco pavimentos. É possível mudar o cenário nacional de habitação, através da divulgação e conscientização da população e do poder público, no que diz respeito ao uso de novas técnicas e materiais (VASQUES, 2014).

Os primeiros protótipos em *Light Wood Frame* (LWF - o mesmo que *wood frame*) no Brasil foram produzidos por construtoras internacionais. Em 1973, foi construído o primeiro por Gypsum no Nordeste, focado principalmente na utilização de gesso. O segundo protótipo foi produzido em 2001 pelo americano e especialista Alfred Lee Edgar no Rio Grande do Sul. Apenas alguns meses depois as empresas do ramo madeireiro demonstraram interesse em iniciar a fabricação de produtos à base de madeira para construção em LWF no país (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Em 2009, ocorreu uma nova tentativa de introduzir o *Light Wood Frame* (LWF) no Brasil. A empresa alemã Weinmann, juntamente com o Ministério da Economia do Estado de Baden-Württemberg e o Senai, convidaram empresários e engenheiros do Sudeste e Sul do Brasil para visitar a Alemanha e conhecer o sistema construtivo. Após essa viagem, o grupo se uniu a outra viagem técnica ao Canadá. A partir dessa experiência, comprometeu-se a desenvolver um projeto para implementar o LWF no Brasil. Para tal, formou-se a comissão “Casa Inteligente”, que trabalharia em cinco áreas, que incluem: a padronização do sistema no país, o uso sustentável e racional da matéria-prima, a busca por financiamentos para impulsionar o uso do LWF no Brasil, a capacitação da mão de obra e a promoção do sistema construtivo através do marketing para aumentar sua visibilidade no país.

Durante esse período, o governo brasileiro implementou uma iniciativa para expandir a área de construção civil com o objetivo de combater o déficit habitacional, que afetava cerca de 15% da população (TEREZO, 2011). Entre as medidas governamentais adotadas, destacam-se os investimentos significativos na infraestrutura do setor e a facilitação do crédito para financiamento imobiliário (CONSTRUÇÃO..., 2011). Além disso, existem incentivos como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que tem como principal objetivo melhorar a qualidade do habitat e modernizar a produção, organizando o setor da construção civil (PROGRAMA..., 2016).

Com a realização dessas ações no Brasil, a implementação dos primeiros empreendimentos em LWF começou a se intensificar. O primeiro condomínio residencial, composto por 280 unidades de 45 m², foi financiado em 2013 pelo governo através do programa “Minha Casa, Minha Vida”. Até então, o programa não havia financiado obras em LWF. O condomínio foi construído em parceria pela Construtora Roberto Ferreira e pela Tecverde, uma empresa fabricante de kits em LWF (ARAÚJO *et al.*, 2016). A partir dessas iniciativas, outras construções começaram a surgir no país, principalmente no Sudeste e Sul, onde se encontram os principais fornecedores de madeira serrada. Segundo Araújo *et al.* (2016), em 2016, 22 empresas atuavam diretamente no ramo de LWF no Brasil, incluindo serrarias, construtoras e escritórios.

Entretanto, para que os projetos habitacionais pudessem ser financiados pelo governo brasileiro, muitos obstáculos tiveram que ser superados. Testes foram realizados para avaliar a resistência mecânica das peças, sua capacidade acústica, térmica e resistência ao fogo. A primeira diretriz brasileira sobre o assunto foi a Sinat n° 005, aprovada em 2011 para sistemas construtivos estruturados em madeira serrada. Em 2013, a empresa Tecverde elaborou um documento técnico para casas térreas utilizando o sistema leve construtivo (BRASIL, 2015), que foi renovado em 2015 para atender às normas brasileiras. O processo de normalização do LWF no Brasil acelerou em 2017, tendo em vista que a falta de normalização causa insegurança aos usuários finais do sistema construtivo (FINATTI, 2014).

Outras limitações críticas que afetam negativamente a disseminação do LWF no Brasil foram identificadas na literatura nacional. Uma dessas limitações é o preconceito com a madeira, que é considerada um produto de baixa qualidade devido à sua exploração inadequada no país por muitos anos. A falta de credibilidade dos brasileiros em relação à madeira e a preocupação com o risco de degradação biológica, mesmo após tratamento, são grandes obstáculos apontados pela literatura (MOLINA; CALIL, 2010). Além disso, mesmo com a produção sustentável de florestas plantadas, existe o temor de desmatamento de florestas nativas.

A resistência cultural é um fator adicional que contribui para as dificuldades de disseminação do LWF no Brasil, pois há poucos profissionais da área de construção civil que possuem conhecimento sobre a utilização de madeira em edifícios (OLIVEIRA, 2014). Molina e Calil (2010) afirmam que ainda há falta de conscientização e educação de engenheiros e arquitetos sobre as vantagens e possibilidades desse sistema construtivo no Brasil, além de percepções negativas sobre as propriedades da madeira neste meio.

De forma geral, as estratégias de disseminação do LWF no Brasil são direcionadas para ações regulamentadoras, dependentes, portanto de incentivos governamentais e nomeadamente dos setores madeireiro e da construção civil. Paralelo a isso, as Instituições de Ensino Superior (IES) também desempenham um papel importante em relação a divulgação desse sistema e na preparação/capacitação de profissionais nessa área (SOTSEK; SANTOS, 2018).

Portanto, e de acordo com Sotsek e Santos (2018), pode-se afirmar que em relação às barreiras à solidificação do LWF no Brasil, os elementos de destaque foram:

- Ausência de profissionais qualificados e dispostos a atuar diretamente na área;
- A cadeia de suprimentos não dá muita abertura para a entrada de novas tecnologias, considerando o investimento necessário em infraestrutura de modo a atender a esse novo mercado;
- Preconceito existente dos agentes da cadeia de suprimentos em relação às propriedades físicas e mecânicas da madeira (estabilidade, resistência, vida útil e

durabilidade), dificultando, portanto, a competitividade com as demais técnicas construtivas;

- Tradição forte no uso de concreto para construção civil em edificações, considerando que a alvenaria já é uma técnica consolidada, por isso a cadeia de suprimentos está apta a atendê-la, bem como os profissionais que já estão capacitados.
- Necessidade de normatizar o sistema construtivo; e
- Dificuldade enfrentada na padronização da técnica em todas as regiões do país, considerando também aspectos técnicos influenciados pelo clima da região e tipo de madeira utilizada.

O estudo de Santos *et al.* (2022) identifica que a disseminação do *wood frame* no Brasil enfrenta diversas dificuldades, principalmente devido à resistência do mercado e à falta de mão de obra qualificada. Além disso, a construção requer materiais específicos e informações precisas sobre o custo da construção em *wood frame* são difíceis de serem obtidas. Silvestre (2018) também conclui que embora o Brasil possua um potencial florestal considerável, a utilização da madeira como material de construção ainda enfrenta preconceitos, o que resulta em um baixo uso desse recurso em edificações, em comparação com o potencial florestal do país. No entanto, é evidente que as vantagens do uso de *wood frame* na construção civil são bem claras, como a redução da carga estrutural, gerando menor esforço na fundação, o que impacta positivamente no custo da infraestrutura. Além disso, o alto grau de industrialização permite uma execução mais rápida, além de proporcionar melhor desempenho em relação ao conforto térmico e acústico. Por fim, o método é benéfico para o meio ambiente, pois gera menos resíduos e desperdício de materiais.

Considerando todos os aspectos apresentados nesta revisão, conclui-se que no Brasil há uma abundância de matéria-prima disponível e, de acordo com Shigue (2018) e Oliveira (2014), que o *wood frame* é superior em todos os aspectos sustentáveis em comparação com outros materiais usados majoritariamente no país. Ele é feito de matéria-prima renovável, tem perdas mínimas e usa o mínimo possível de recursos hídricos e energéticos (VASQUES, 2014; ABDI, 2015). O *wood frame* também pode atender à grande demanda habitacional no Brasil, pois sua execução é mais rápida do que a alvenaria convencional e seus custos trabalhistas são menores (CAMPOS; DIAS, 2016; PEREIRA; VIEIRA, 2015), já que os elementos são pré-fabricados e fáceis de instalar (SOUZA, 2013).

3. CONCLUSÃO

O presente trabalho propôs o uso e disseminação do sistema construtivo *light wood frame* (LWF) no Brasil, tendo sido possível analisar o potencial do futuro do LWF no país. Ao longo da pesquisa foram abordados pontos relevantes, como o histórico do uso da madeira na construção, o início do uso do sistema *wood frame* nos Estados Unidos e Europa, bem como as perspectivas de sua implementação no Brasil. Além disso, foram apresentadas as vantagens e desvantagens desse sistema construtivo em comparação com outras técnicas já consolidadas, como a alvenaria, e também foram citados os principais incentivos governamentais e privados para seu uso, incluindo políticas e leis. Também foram elencadas as principais barreiras limitantes a sua maior disseminação no Brasil.

Dessa forma, o problema de pesquisa foi respondido (de que forma o método construtivo *wood frame* pode se tornar uma oportunidade relevante de implantação para o setor de construção civil brasileiro?), assim como o objetivo geral da pesquisa (analisar de que forma o método construtivo *wood frame* constitui uma oportunidade a ser implantada no

setor de construção civil no Brasil), considerando que as oportunidades apresentadas são inúmeras, pois o método construtivo em *wood frame* atende requisitos de flexibilidade, podendo ser usado tanto para residências, edificações comerciais, públicas e industriais; possui alta velocidade de execução; atende as necessidades térmicas e acústicas; preço competitivo; também atende aos principais requisitos de uma edificação construída de forma sustentável; há a racionalização dos materiais e a geração de resíduos é menor se comparada a construção em alvenaria; atende a critérios de eficiência energética e utilização de tecnologias e produtos que não degradam o meio ambiente; utiliza material com alta durabilidade.

Conclui-se, portanto, que a expansão do LWF no Brasil depende bastante de incentivos governamentais, fortalecimento da união dos agentes da cadeia de suprimentos tanto do setor madeireiro como da construção civil, além de existir a necessidade de promover um fluxo maior de informações aos usuários finais visando combater o preconceito da utilização da madeira e, por fim, da necessidade de capacitar profissionais para atuarem diretamente na construção em madeira. Além disso, considerando que o sistema LWF é uma tecnologia em expansão, investir na realização de pesquisas de caráter reflexivo pode ser uma ação importante e que beneficie o setor, pois durante a pesquisa foi identificada uma dificuldade relacionada à escassez de artigos que abordem detalhadamente o processo de construção em *wood frame*, o que se apresentou como um obstáculo a ser superado. Poucos autores discutem essa técnica construtiva de maneira aprofundada. De forma geral, os resultados desta pesquisa se constituem em pontos de partida relevantes para levar a uma discussão mais aprofundada acerca do desenvolvimento do sistema em todo o país.

Referências

- AMERICAN WOOD COUNCIL (AWC). **DETAILS FOR CONVENTIONAL WOOD FRAME CONSTRUCTION**. Washington: AWC, 2002.
- APA - The Engineered Wood Association. **ADVANCED FRAMING CONSTRUCTION GUIDE**. Washington. EUA, 2014.
- ARAÚJO, V. de et al. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016.
- ABDI. **Manual da construção industrializada**: conceitos e etapas. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Brasília, 1, 208f. 2015.
- BRASIL. **DATec N°020-A Sistema de vedação vertical leve em madeira**. Instituto Falcão Bauer de Qualidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/date-c-20A.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2023.
- BRITO, Leandro Dussarrat. **RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO E CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS COM PEÇAS ROLIÇAS DE MADEIRA DE REFLORESTAMENTO**. (Dissertação de mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.
- BERTOLINI, Hibrán Osvaldo Lima. **CONSTRUÇÃO VIA OBRAS SECAS COMO FATOR DE PRODUTIVIDADE E QUALIDADE**. Hibrán Osvaldo Lima Bertolini. – Rio de Janeiro: UFRJ. Escola Politécnica, 2013.
- CMHC - CANADA MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION. **Canadian wood frame house construction**. Canadá: [s.n.], 2014.
- COOPER, D. R.; & SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**, 12a ed. Porto Alegre. AMGH, 2016.
- CESARINO, Yuri Bessa. **DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS EM WOOD FRAME UTILIZANDO NORMAS AMERICANAS**. 2016. 153p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – UniCEUB, Brasília, 2016.
- CONSTRUÇÃO civil impulsiona indústria da madeira; Moradias. **Revista da Madeira**, v. 126, fev. 2011. Disponível



em: <http://www.remade.com.br/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

Campos, L. A., & Dias, R. R. **Vantagens e desvantagens do sistema construtivo wood frame e a comparação de custos com a alvenaria**. 2016. SANTOS, Marina Maris Lemos dos *et al.* Revisão integrativa do uso da madeira através do sistema construtivo wood frame no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e31511124831-e31511124831, 2022.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ. Comissão Casa Inteligente. Conselhos temáticos e setoriais. Base florestal. **Comissão Casa Inteligente**. [201-?]. Disponível em: http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/base_florestal/comissao-casa-inteligente-1-1135-87186.shtml. Acesso em: 5 abr. 2023.

FINATTI, E. M. Wood Frame: sistema construtivo em madeira. In: SIMPÓSIO DE MADEIRA, 2.; CONSTRUÇÃO - CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS USANDO MADEIRA DE FLORESTA PLANTADA, 38., Curitiba, 2014. **Anais...** Curitiba, 2014.

GIRIBOLA, M. **Habitação popular em madeira**. Equipe de Obra, São Paulo, ed. 63, ago. 2013. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/62/habitacao-popular-em-madeira-construtora-reduziu-em-15-o-292701-1.aspx>. Acesso em: 5 abr. 2023.

MOLINA, J. C.; CALIL, C. J. **SISTEMA CONSTRUTIVO EM WOOD FRAME PARA CASAS DE MADEIRA**. In: Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n.2, p. 143- 156, jul./dez. 2010.

MUNIZ, L. **Casa no Paraná faz bom uso do wood frame: a madeira dura até um século**. 2015. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/casas-apartamentos/casa-no-parana-faz-bom-uso-do-wood-frame-a-madeira-dura-ate-um-seculo/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

METTZER. **Revisão da literatura**. 2021. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/revisao-da-literatura/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

OLIVEIRA, L. A. **Avaliação da Aceitabilidade do Sistema Construtivo “Wood Frame”**. Curitiba, 2014. 61 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, Amanda Camargo de; CARNEIRO NETO, Mozart Mariano. **Método construtivo da estrutura wood frame**. 21f. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Toledo de Araçatuba – SP. 2020.

PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE. **Projetos: Sistema Nacional de Avaliações Técnicas** - SINAT PBQP-H; Ministério das Cidades, 2016. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/>. Acesso em: 5 abr. 2023.

PEREIRA, J. C.. **O SISTEMA WOOD FRAME COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2015. 81p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2015.

Pereira, N. N., & Vieira, R. B.. “Wood Frame”: tecnologia de construção sustentável, **Revista Perquierere**, 12(1), 194-213. 2015.

SOTSEK, Nicolle Christine; SANTOS, Adriane de Paula Lacerda. Panorama do sistema construtivo light wood frame no Brasil. **Ambiente construído**, v. 18, p. 309-326, 2018.

SILVESTRE, Cíntia da Silva. **Análise comparativa entre o sistema construtivo wood frame e a alvenaria convencional para uma residência unifamiliar na cidade de Dourados - MS**. 20f. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

SHIGUE, E. K. **Difusão da construção em madeira no Brasil: agentes, ações e produtos**. 2018. (Dissertação) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SOUZA, L. G.. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e wood frame [IPOG–Instituto de Pós-graduação e Graduação] **Revista on-line Especialize**. 2013.

TORQUATO, Mario Leonardo. **ESTUDO COMPARATIVO QUANTO A PRECITOS DA SUSTENTABILIDADE ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL DE PRODUÇÃO E O SISTEMA LIGHT WOOD FRAMING PARA A CONSTRUÇÃO DE BIBLIOTECA CIDADÃ**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

TEREZO, R. F. Tecnologia e Qualidade Para Produtos em Pinus Voltadas ao Mercado da Construção Civil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO PINUS, 17., Lages, 2011. **Anais...** Lages, 2011.

UNDERSTAND BUILDING CONSTRUCTION. **Timber frame construction**. [201-?]. Disponível em: <http://www.understandbuildingconstruction.com/>.

understandconstruction.com/wood-framed-construction.html. Acesso em: 5 abr. 2023.

VASQUES, C. C. P. C. F. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares. **Rev. Cognitio**. Lins, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.revista.unilins.edu.br/index.php/index/login?source=%2Findex.php%2Fcognitio%2Farticle%2Fview%2F193>. Acesso em: 5 abr. 2023.



8

REVISÃO DO PADRÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO, SOCIAL E AMBIENTAL ACARRETADO PELA CONSTRUÇÃO COM EPS (ISOPOR)

REVISION OF THE CIVIL CONSTRUCTION STANDARD: AN ANALYSIS OF THE THERMAL, SOCIAL AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE CAUSED BY CONSTRUCTION WITH EPS (STYROFOAM)

Marcelo Miranda Veloso¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O artigo científico de natureza promove uma revisão acerca da utilização do EPS (isopor), instigando a sociedade brasileira a utilizar materiais alternativos, reutilizáveis e de baixo custo com o intuito de promover ou aperfeiçoar um melhor padrão de qualidade de vida das pessoas. Assim sendo, o aludido artigo descreve o desenvolvimento de um estudo utilizando expondo as propriedades e a contrariedade da construção com EPS (isopor), com o intuito maior de fomentar sob a sociedade uma modernização no padrão de construção Civil a partir do acesso à informação do artigo. O método construtivo de fato, merece ênfase, considerando que a matéria prima principal, além de apresentar excelentes propriedades térmicas, fomenta as questões sociais e ecológicas, promovendo sustentabilidade. Por conseguinte, o baixo custo promove oportunidade de os brasileiros conseguirem realizar o sonho da casa própria, em um período de tempo inferior ao método padrão de construção utilizado no Brasil, gerando moradia, conforto e sustentabilidade.

Palavras-chave: Poliestireno. Construção Civil. Conforto Térmico. Sustentabilidade. Habitação.

Abstract

The scientific article promotes a review of the use of EPS (Styrofoam), encouraging Brazilian society to use alternative, reusable and low-cost materials in order to promote or improve a better standard of quality of life for people. Therefore, the aforementioned article describes the development of a study using exposing the properties and the contrariness of construction with EPS (Styrofoam), with the aim of fostering under Society a modernization in the standard of Civil construction from the access to information in the article. The constructive method in fact deserves emphasis, considering that the main raw material, in addition to presenting excellent thermal properties, promotes social and ecological issues, promoting sustainability. Therefore, the low cost promotes the opportunity for Brazilians to realize the dream of home ownership, in a period of time less than the standard construction method used in Brazil, generating housing, comfort and sustainability.

Keywords: polystyrene. Construction. Thermal Comfort. Sustainability. Housing.



1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, determinado grupo científico resgatou certa preocupação relacionada a variação da temperatura e o conforto térmico, fomentando novas ideologias no âmbito da construção civil, criando meios alternativos para trabalhar o controle de ambientes climáticos artificiais. O intuito, é que essa nova ideologia assuma certa dimensão sob a sociedade, contribuindo positivamente para o desenvolvimento da humanidade nesse sentido. Ocorre que é evidente a atual situação de desequilíbrio climático, se não fomentado, tende a ser no futuro uma pauta preocupante, ao ponto de que toda forma de preservação da saúde, proporcionando longevidade e bem-estar aos seres humanos será bem recepcionada. Sendo assim, a ideologia das construções de isopor, que é uma alternativa relativamente forte para obter conforto térmico nas residências brasileiras, bem como toda tecnologia moderna, deve ser analisada. Diante disso, quais seriam as vantagens e desvantagens da aplicação dessa técnica que vem modernizando o cenário atual da construção civil?

Preliminarmente, importante enfatizar que estudos recentemente feitos pela Organização Meteorológica Mundial, constataram que a temperatura tem sofrido adição desde 2015, com isso, o mesmo instituto meteorológico levanta uma hipótese de que a partir de 2024, importe em 20% as chances de que o aumento da temperatura exceda temporariamente os 1,5°C. Essa condição se dá, relacionada a concentração desenfreada de dióxido de carbono na atmosfera, que associado a outros gases como o metano e o óxido nitroso, geram o efeito estufa.

A consequência do desequilíbrio desse efeito no Brasil (predominante o clima tropical), tem instigado a população a procurar alternativas que proporcionam maior conforto térmico, como por exemplo, a adoção de telhas de barro na residência. Todavia, essa ideia foi ultrapassada e pensando nisso, o mercado da construção civil vem fomentando novas tecnologias, modernizando o conceito de alvenaria comum utilizada em casas populares na busca pelo conforto térmico. O método de construção civil utilizando o isopor é uma dessas tecnologias moderna, atingindo a finalidade térmica almejada, gerando bem-estar, com baixo custo e ainda, fomentando a sustentabilidade (COSTA, 2019).

Isto posto, considerando a construção de isopor, justifica-se que é de grande relevância que seja realizada uma exposição teórica desse tema para a sociedade. A análise dos prós e contra fomenta a inserção da ideia aos brasileiros, instigando-os a utilizar o método na construção civil. Atualmente, o meio de construção mais utilizado no país é o de Alvenaria convencional ou de vedação, todavia, a tendência é que esse padrão construtivo seja substituído, cedendo espaço para métodos modernos, sustentáveis, práticos, com custos menores, proporcionando ainda mais conforto para os brasileiros. Além do mais, adotada a nova padronização, seria visível o reflexo da adesão dentro da sociedade brasileira no tocante a alguns problemas sociais.

Além disso, o objetivo geral do artigo é fomentar uma análise teórica acerca da nova tecnologia abordada na construção civil de EPS com o intuito de proporcionar conforto térmico nas residências brasileiras, detalhando os prós e contras da construção de EPS, associando a pauta a uma questão social.

Por conseguinte, o objetivo específico é analisar o conceito básico da Construção Civil no Brasil que disserta acerca da Moradia, além de apresentar um novo conceito na construção civil, expandindo-o com novas técnicas de modernização. Fomentar a técnica de construção de isopor com o intuito de promover, satisfação e conforto térmico à socieda-

de. E por fim, analisar os prós e contra da tecnologia exposta.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O tipo de pesquisa realizado neste trabalho, foi uma Revisão Bibliográfica, no qual foi realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: Repositório Institucional da UFSC, *Research Gate*, Ennio Cruz da Costa (1991) (2021), Júlio César Pereira Salgado (2010) e Anésia Barros Frota (2006). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 17 anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: "poliestireno", "expandido", "construção", "conforto", "térmico" e etc.

2.2 Resultados e Discussão

Nos últimos tempos no Brasil, se intensificaram os estudos com relação ao desempenho térmico. Um dos componentes mais cobijados nos imóveis é a vedação, sobretudo no que se refere a fatores como isolamento termoacústico. Locais onde há mínimos ou ausência de ruídos trazem mais aconchego e são mais interessantes para o mercado imobiliário, para a construção civil e também economicamente (BERTOLDI, 2007).

Ainda de acordo com e pesquisadora (2007), o uso de material cerâmico como isolante termoacústico em obras de concreto armado ainda tem predominância no Brasil, mesmo existindo outras técnicas em expansão. Comparando com o desempenho de blocos cerâmicos, a eficácia do isolamento térmico e acústico do poliestireno é superior em um terço. Os projetos de isolamento térmico já passaram por várias alterações, almejando maior conforto e economia, visto que os terrenos ficam mais valorizados, especialmente quando se trata de grandes centros urbanos e lugares com uma intensa concentração populacional (BERTOLDI, 2007).

Recentemente, estudos feitos pela Organização Meteorológica Mundial, constataram que a temperatura tem sofrido adição desde 2015, com isso, o mesmo instituto meteorológico levanta uma hipótese de que a partir de 2024, importe em 20% as chances de que o aumento da temperatura exceda temporariamente os 1,5°C. Essa condição se dá, relacionada a concentração desenfreada de dióxido de carbono na atmosfera, que associado a outros gases como o metano e o óxido nitroso, geram o efeito estufa (MEDEIROS, 2017).

A consequência do desequilíbrio desse efeito no Brasil (predominante o clima tropical), tem instigado a população a procurar alternativas que proporcionam maior conforto térmico, como por exemplo a adoção de telhas de barro na residência. Todavia, essa ideia foi ultrapassada e pensando nisso, o mercado da construção civil vem fomentando novas tecnologias, modernizando o conceito de alvenaria comum utilizada em casas populares na busca pelo conforto térmico. O método de construção civil utilizando o isopor é uma dessas tecnologias moderna, atingindo a finalidade térmica almejada, gerando bem-estar, com baixo custo e ainda, fomentando a sustentabilidade (PAULA; TEXEIRA, 2019).

Nesse sentido, analisando a tecnologia das construções de isopor, bem como as principais vantagens e desvantagens da utilização dessa tecnologia moderna, constatou-se o tempo de construção, até 40% mais rápido que a alvenaria convencional; durante a construção, a economia de água chega a quase 60%; por conseguinte, a construção de isopor



possui baixa absorção de água; e ainda, é eficiente no tocante ao isolamento térmico e acústico (MEDEIROS, 2017).

As desvantagens por sua vez, seria a maior probabilidade de incêndios, consequentemente, exige maior eficiência na blindagem das instalações elétricas; além de que a construção de isopor impossibilidade de financiamento do imóvel, no caso de venda futura; e a manutenção, tem que ser realizada por uma empresa especializada no certame (MEDEIROS, 2017).

De acordo com SINAT (2014), os primeiros indícios do surgimento do polietileno expandido (EPS) ou popularmente conhecido como Isopor foi na Alemanha, em 1839 o farmacêutico Eduard Simon localizou uma resina derivada da árvore-do-âmbar, denominada estireno. Ao observá-la, Simon percebeu que essa resina engrossava e acreditava que isso ocorria devido ao seu processo de oxidação. Posteriormente, em 1949 na Alemanha, foi desenvolvido o poliestireno, pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz. Gradativamente em 1866 Berthelot reconheceu que estireno se expandia por conta da polimerização, ocasionando a conduta química que forma o poliestireno.

No Brasil, o polietileno expandido chegou aproximadamente pela década de 1960, comumente chamado de EPS pela BASF. A utilização desse material foi destinada em maior parte em confecção de embalagens para proteger produtos frágeis. Nesse processo, surgiu a nomenclatura Isopor, que se tratava da marca do produto logístico (SINAT, 2014).

Só no Brasil, a produção do material chega a aproximadamente 100 mil toneladas por ano, sendo que mais de 36.600 toneladas de Poliestireno Expandido (EPS) são utilizados no Brasil todos os anos. Essa estimativa representa 1,5% do consumo mundial de 2,5 milhões de toneladas por ano (SINAT, 2014). Todavia, esse material contribui negativamente para a origem do micro plástico no planeta, causando sérios impactos ao meio ambiente.

A ideia de reutilizar polietileno expandido, oferece gera vantagens para a sociedade e para o meio ambiente. Na construção de uma habitação por exemplo, sua utilização reduz a carga térmica sobre estruturas e fundações, gerando conforto térmico. Além do mais, ainda nesses segmentos, os benefícios são diversos, haja vista que mesmo após o término de reformas ou demolições o material descartado ainda pode ser reciclado (LUEBLE, 2004).

O polietileno expandido (EPS) é muito utilizado pelo setor da construção civil, devido a resistência, durabilidade, isolamento térmico e fácil modelagem do material. Por conseguinte, a aplicação do material serve para paredes, tetos, lajes, telhas bem como o assentamento para construção de grande e pequeno porte, como por exemplo, prédios, pontes, rodovias e viadutos (LUEBLE, 2004).

O polietileno expandido pode ser utilizado de diversas formas, tais como material cerâmico, isolante termoacústico, obras de concreto armado. Além do mais, é muito utilizado no Brasil. O desempenho desse material, relacionado ao dos blocos cerâmicos, é mais eficaz no tocante ao isolamento térmico e acústico do poliestireno em um terço. Além do mais, esse conforto é gerado devido a pouca condução de calor do material, composto por milhões de células fechadas (ABRAPEX, 2006)

Utilizando esse material nas paredes (que tendem a aquecer durante o dia, liberando o excesso de calor armazenado durante a noite) recomenda-se que seja aplicado em uma de suas camadas formando uma espécie de isolamento. Em contrapartida, a placa de polietileno expandido pode ser diretamente aplicada sob os tijolos, por meio de adesivos compostos por água, posteriormente recebendo a argamassa (ABRAPEX, 2006)

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA estabelece, entre outras coisas, que a construção civil deve ser responsável pela geração de seus resíduos (BRASIL, 2020).

Prusnei (2016) ressalta que o poliestireno expandido é 100% reciclável e possui mínimo impacto ambiental, haja vista, que os resíduos, ao serem provenientes de poliestireno expandido, geram impacto menor muito do que os causados pela construção comum.

Grote e Silveira (2015) expõe que é possível aproveitar o poliestireno expandido descartado, sendo reprocessados, e depois serem utilizados de diversas formas, como em embalagens, além de ser utilizados como resíduos a fim de melhorar o solo. Nesse caso, os resíduos de poliestireno expandido são considerados grande aliado para quem quer construir de forma sustentável.

O polietileno expandido é um material 100% reutilizável, sendo que o seu composto é formado por 98% ar e 2% plástico, permitindo com que o descarte seja realizado entre os plásticos, através das lixeiras vermelhas ou até mesmo em bases de coleta seletiva e bases de entrega voluntária (GROTE E SILVEIRA, 2015).

A construção em EPS é amplamente utilizada no exterior, principalmente em países como Estados Unidos e China. É importante lembrar que toda construção, independentemente do método construtivo escolhido, precisa ser totalmente planejada para que não haja danos. Mesmo com o menor custo, a análise dos prós e contras são fundamentais para iniciar uma construção utilizando polietileno expandido (SACHS, 2008).

Preliminarmente, a utilização do polietileno expandido não é recomendada para construções com alto índice de incêndios. Além do mais, deve se consultar a regulamentação técnica inerente ao corpo de bombeiros, resguardando a obra no tocante a emissão do alvará (SACHS, 2008).

Ademais, em regra a construção com polietileno expandido tem menor custo geral comparada a uma obra de alvenaria. Todavia, sendo o polietileno expandido, um material inflamável, há um custo maior na blindagem das instalações elétricas. Por conseguinte, as obras realizadas com esse material não podem ser financiadas. Além exigir um serviço de manutenção com empresa especializada (ABRAPEX, 2006).

Mesmo apresentando uma aparência frágil, um o EPS englobado nessas condições, se apresenta como uma estrutura de alta resistência, com aproximadamente 30% de ganho nesse quesito em relação a uma parede tradicional em blocos cerâmicos, podendo ser sujeitadas a chuvas, ventos, entre outros eventos naturais e permanecer perfeitamente estáveis (XAVIER; BASSANI; MENDES, 2016).

Conforme Bertoldi (2007), as chapas simples com função estrutural são empregues em obras de até quatro pavimentos e se caso tenha alturas superiores é utilizado estruturas adicionais preenchidas de concreto, utiliza-se os painéis como fôrmas para estruturas de concreto armado onde temos a possibilidade para obras verticais com vários pavimentos.

Outro fator importante que destaca o sistema monolítico é a estanqueidade, pois o EPS apresenta baixa absorção de água e assim evita que haja infiltrações na parede como também evita o apodrecimento e a geração de mofo que traz sensação de desconforto ao usuário (XAVIER; BASSANI; MENDES, 2016).

O sistema de construção com painéis monolíticos de EPS tem a mesma sequência de processos das construções convencionais, com características diferentes em algumas etapas. O solo deve ser analisado e preparado para o início da construção, estando isento de entulhos, troncos e demais objetos que venham a comprometer futuramente a edificação. Identificada a condição do solo, é realizado o projeto de fundação adequado (XAVIER; BASSANI; MENDES, 2016).

Destaca-se que o sistema construtivo de painéis monolíticos em EPS não é algo novo, mas no Brasil é pouco conhecido e não é difundido. A utilização do método tem um grande potencial de crescimento, sendo necessária uma ampla disseminação e, conseqüentemente, uma boa aceitação.

3. CONCLUSÃO

Nesta senda, com base tema abordado no artigo científico, foi realizada a análise do desempenho térmico, social e ambiental acarretada acarretado pela utilização do polietileno expandido em construções de habitações. Além do mais, constatou-se que o método construtivo gera muito mais benefícios do que malefícios se comparado ao atual padrão vigorante no cenário da construção civil.

A utilização do polietileno expandido é eficaz no tocante a produção de conforto térmico, devido à baixa condutividade de calor proporcionada pelo material, sendo que é composto por 98% ar. No Brasil, o clima tropical predominante na maior parte do país, auxilia para com o desconforto térmico, afastando a sociedade brasileira da sensação de bem-estar físico e mental, que expressa satisfação com o ambiente térmico ao seu redor.

Igualmente, em decorrência do baixo custo para mão de obra, milhar de brasileiros tornaria possível o sonho da casa própria, fomentando a solução para uma problemática de suma importância no Brasil. O elevado índice de déficit habitacional, sendo que um dos principais propulsores é a oferta de moradias de baixo custo para famílias de baixa e média renda.

Por conseguinte, devido ao poliestireno expandido ser um material totalmente reutilizável, promove sustentabilidade durante a construção de determinada habitação, além da economia de energia ocasionada pela produção livre em emissão de gases CFC e compostos orgânicos voláteis.

Na construção civil a utilização do produto possui diversas vantagens, como por exemplo, a economia gerada pelo consumo de um único produto para atender as premissas exigidas com relação ao desempenho estrutural, além possuir características como a leveza, fundamental para diminuição da carga estrutural nas fundações, resistência elevada, facilidades de uso e manuseio, aumentando a produtividade, garantindo a otimização do tempo de conclusão da obra, menor índice de desperdício, redução da mão de obra devido ao fácil manuseio do material e diminuição das cargas nas vigas, pilares e fundações. Além da compatibilidade do produto com os demais materiais empregados e adequabilidade com os demais métodos da construção civil, sendo construção tradicional, artesanal ou construção industrializada.

A adoção do polietileno expandido como padrão na construção civil no Brasil, possibilitaria a entrega de habitações, devido ao baixo custo de produção. O método ainda é pouco utilizado, devido à resistência da população quanto ao seu uso, pois ainda é visto como um material frágil. Outrora, a maior parte das contra-indicações no uso do polietileno expandido na construção civil é relacionada aos riscos inerentes ao fogo. Para isso, é essencial a especificação do produto adequado, como o EPS classe F, que possui retardante a chamas, a realização da construção com empresa licenciada e profissional no ramo e os cuidados periódicos com uma empresa especializada no serviço.

Referências

- ABRAPEX. **Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. Manual de Utilização EPS na Construção Civil.** Pini, São Paulo: 2006.
- BERTOLDI, R. H. (2007). **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.** Estados Unidos: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002** – In: Resoluções, 2002. Disponível em acesso: 23 nov. 2020.
- CAMARGO, Gustavo Masselli; FIGUEIREDO, Felipe Bittencourt. **Análise de viabilidade de implementação da vedação com painéis monolíticos de EPS como substituto à alvenaria convencional na cidade de Dourados – MS.** 2019. Artigo. Dourados, MS: UFGD.
- COSTA, Lucas Felipe Terêncio. **Casa de EPS: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais.** 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário CESMAC, Maceió-AL, 2019.
- GROTE, Z. V; SILVEIRA, J. L. **Análise energética de um processo de reciclagem de poliestireno expandido (isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, 2001. ISORECOCORT. **EPS: Solução para isolamento Térmico e Acústico em Edificações.** 26 fev. 2015. Acesso em: 12 dez. 2020.
- LUEBLE, Ana R. C. P. **Construção de habitações com painéis de EPS e argamassa armada.** I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2004, São Paulo.
- Manual de utilização EPS na construção civil.** (2006). Brasil: Pini.
- MEDEIROS, G. Á. N. **Avaliação de paredes sanduíches em argamassa com núcleo de EPS.** TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- PAULA, Geovani Aires Assim de; TEIXEIRA, Rafael de Souza. **Análise de execução de estrutura de EPS em residência unifamiliar em Jaraguá-GO.** Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Evangélica de Jaraguá, 2019.
- RUSNEI, Marli et al. **As vantagens da aplicação do EPS na construção civil e como essa tecnologia pode ser um diferencial competitivo para as empresas do segmento.** 2016.
- SACHS, J. A **Riqueza de Todos.** A construção de uma economia sustentável em um planeta superpovoado, poluído e pobre. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.
- SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS (SINAT). **Diretriz sinat nº 11 – Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de Poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto.** 2014. Brasília, DF. 42P.
- TESSARI, J. (2006). **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil.** Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- PINTO, José Carlos et al. **Impactos ambientais causados pelos plásticos: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos.** (2012). Brasil: e-papers. **Plásticos em revista.** (1994). Brasil: Plásticos em Revista Editora.
- XAVIER, Beatriz Correa; BASSANI, Fabrício; MENDES, André Soares. **Avaliação do Concreto Leve Estrutural com EPS Reciclado.** Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 12, n. 3, 2016.

9

A CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM RESIDÊNCIAS

THE COLLECTION AND REUSE OF RAINWATER IN RESIDENCES

Maikon da Silva Sousa¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A água é essencial à sobrevivência humana e ao desenvolvimento das sociedades. Com o aumento da população, o uso inconsciente da água e a degradação ao meio ambiente, limitou-se a disponibilidade desse recurso no planeta. Esta revisão busca demonstrar maneira quem tem de preservar este recurso natural advindo da chuva, salientando que o sistema de capacitação de água da chuva são alternativas sustentáveis. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a importância da captação e reaproveitamento da água de chuva em residências. A metodologia fundamenta-se em uma revisão de literatura acerca de produções científicas o aproveitamento da água da chuva de acordo com o sistema de captação. Foram selecionados e analisados artigos em português, publicados a partir de 2018. Em considerações finais enfatiza-se o reaproveitamento de água da chuva é uma alternativa sustentável que só traz benefícios ao profissional de engenharia e a sociedade em geral.

Palavras-chave: Água de chuva, Reaproveitamento, Captação, Economia.

Abstract

Water is essential for human survival and the development of societies. With the increase in population, the unconscious use of water and the degradation of the environment, the availability of this resource on the planet has been limited. This review seeks to demonstrate how to preserve this natural resource from rain, emphasizing that the rainwater training system are sustainable alternatives. In this way, the present work aims to analyze the importance of capturing and reusing rainwater in homes. The methodology is based on a literature review about scientific productions on the use of rainwater according to the catchment system. Articles in Portuguese, published from 2018 onwards, were selected and analyzed. In final considerations, the reuse of rainwater is emphasized as a sustainable alternative that only brings benefits to the engineering professional and society in general.

Keywords: Rainwater, Reuse, Capture, Economy.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos componentes que compõem a terra sendo um elemento muito importante para a sobrevivência do ser humano e de toda a natureza. No entanto, milhares de pessoas utilizam a água de forma inadequada todos os dias, e milhares de fábricas consomem grandes quantidades de água que muitas vezes não são reutilizadas em processos industriais.

O gerenciamento dos recursos hídricos tem um grande desafio, equilibrar a necessidade dos usuários e a disponibilidade de água. A pressão sobre os recursos hídricos pode ser reduzida com o controle das demandas. O reaproveitamento de água surge atuando em dois aspectos como instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda) e recurso hídrico complementar.

O tema escolhido tem a finalidade em entender que o reaproveitamento de água deve ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente do uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Diante desse contexto, justifica-se que este trabalho abordará a importância do reaproveitamento de água da chuva, incluindo uma política hídrica eficaz e seu uso adequado, adotando tratamento eficaz de efluentes domésticos, industriais e práticas de reuso. O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior.

Nota-se que a escassez de água no Brasil tem sido um dos maiores problemas da atualidade, isso se dar, pelo crescimento desordenados dos grandes centros urbanos, sem que haja uma preocupação com os impactos ao meio ambiente. Diante do exposto surge uma grande questão a ser discutida: Como realizar a captação e reaproveitar a água da chuva de forma ecologicamente sustentável?

No objetivo geral do presente estudo analisar a importância da captação e reaproveitamento da água de chuva em residências. Além dos objetivos específicos que é conceituar o reaproveitamento de água abordando a importância do uso desse do recurso híbrido e os principais processo do tratamento da água; expor as maneiras de tratamento da água da chuva para reutilização em domicílios. E por fim, apresentar soluções sustentáveis e econômicas para a captação da água da chuva e seu reaproveitamento.

A metodologia utilizada trata-se de uma revisão de literatura, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil dentre outros, envolvendo a temática discutida. 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, e para fundamentar a pesquisa buscou-se referências como Tomaz (2019), Gnaldirer (2018), Elali (2019) entre outros desde o ano 2018 até 2022. As palavras-chave de busca utilizadas foram: Água da chuva, Aproveitamento de água, Escassez, Captação. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 05 anos, na língua portuguesa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.2.1 O reaproveitamento de água e importância do uso desse recurso hídrico

Rebouças (2018) argumenta que a água é um componente natural renovável na Terra em três estados físicos, líquido, sólido e gasoso. Quando a água é usada como recursos hídricos, conceitua-se para o uso dos propósitos econômicos. Portanto, nem toda a água no universo é considerada como recursos hídricos, porque nem todos têm a capacidade de explorar a sobrevivência econômica.

De acordo com Cutolo (2019), o ciclo de água doce substituído e fornecido durante a precipitação de cerca de 110.000 m^3 por ano, dos quais 70.000 m^3 são evaporados, 40.000 m^3 . Desse tipo de água, perde cerca de 9.000 a 14.000 m^3 por ano. O ciclo hidrológico é um movimento contínuo de água no ambiente, incluindo recursos superficiais de água doce e salina, níveis água subterrânea, água está relacionada a vários usos do solo e forma de vapor atmosférico. No ciclo hidrológico, existem vários subciclos, incluindo precipitação, evaporação, transpiração, infiltração, infiltração e drenagem, como mostra a Figura 1 (CATOLO, 2019).



Figura 1. Ciclo Hidrológico

Fonte: Catolo (2019)

Freitas (2018) relata que as nuvens que causam precipitação são estratos e tipos de nuvens acumuladas. Quando o vapor de água é congelado na camada de nuvens, a condensação se move para a superfície da terra como um estado sólido ou líquido, eles acontecerão.

De acordo com o método de Tomaz (2019), o ciclo hidrológico está relacionado à distribuição de energia do sol. Essa energia acabou transportando responsabilidades da água do mar e atendeu a áreas de alta altitude, transbordando da forma de dias de chuva e neve.

Nesse sentido, Tundisi (2018) explicou que o reuso de águas residuárias têm se tornando um essencial elemento do ciclo hidrológico nas áreas urbanas, industriais e agrícolas como recurso complementar nos subciclos, como é o caso da reutilização de águas residuárias na recarga da bacia hidrográfica.

Zaneti (2019) transformou a definição de reciclagem em um material de conversão.

O material terminou com o mesmo novo produto que o produto anterior e seu primeiro programa prático terminou. Os materiais convertidos são chamados de reciclagem.

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2006, apresentado pelo Plano de Desenvolvimento das Nações Unidas, as crianças que nasceram em países desenvolvidos consomem de 30 a 50 vezes mais água do que a água nos países pobres. No entanto, o nível mais rico do Brasil tem taxas de resíduos semelhantes e carros relacionados a banheiros longos ou lavanderias, calçadas e carros relacionados à mangueira (PNUD, 2021).

Enquanto isso o Programa das Nações Unidas (2021) explica que os banheiros são os lugares mais acontecem o desperdício pois gastam 30 litros de água e com o uso das tecnologias adotada é utilizado tanques de água acoplado e que podem economizar seis litros de água.

Tomaz (2019) afirma que ao longo dos anos, o uso da água da chuva para consumo não bebível é um sistema usado por vários países. Esse sistema vem crescendo e enfatizando a economia da água. Além de salvar a água potável, também ajuda a prevenir inundações causadas por chuvas nas grandes cidades, e a superfície se infiltrou para evitar a penetração da água.

Tomaz (2019) mencionou ainda que o programa de conservação de água é uma medida incentivo. Essas alterações técnicas e comportamentais é o que leva ao uso mais eficaz da água. Os incentivos que salvam água são educação pública, exercício, estrutura tarifária e regulamentos, que levam os consumidores a tomar medidas específicas.

Freitas (2018) relata que as nuvens que causam precipitação são estratos e tipos de nuvens acumuladas. Quando o vapor de água é congelado na camada de nuvens, a condensação se move para a superfície da terra como um estado sólido ou líquido, eles acontecerão.

De acordo com o método de Tomaz (2019), o ciclo hidrológico está relacionado à distribuição de energia do sol. Essa energia acabou transportando responsabilidades da água do mar e atendeu a áreas de alta altitude, transbordando da forma de dias de chuva e neve.

Nesse sentido, Tundisi (2018) explicou que o reuso de águas residuárias têm se tornando um essencial elemento do ciclo hidrológico nas áreas urbanas, industriais e agrícolas como recurso complementar nos subciclos, como é o caso da reutilização de águas residuárias na recarga da bacia hidrográfica.

Zaneti (2019) transformou a definição de reciclagem em um material de conversão. O material terminou com o mesmo novo produto que o produto anterior e seu primeiro programa prático terminou. Os materiais convertidos são chamados de reciclagem.

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2006, apresentado pelo Plano de Desenvolvimento das Nações Unidas, as crianças que nasceram em países desenvolvidos consomem de 30 a 50 vezes mais água do que a água nos países pobres. No entanto, o nível mais rico do Brasil tem taxas de resíduos semelhantes e carros relacionados a banheiros longos ou lavanderias, calçadas e carros relacionados à mangueira (PNUD, 2021).

Enquanto isso o Programa das Nações Unidas (2021) explica que os banheiros são os lugares mais acontecem o desperdício pois gastam 30 litros de água e com o uso das tecnologias adotada é utilizado tanques de água acoplado e que podem economizar seis litros de água.

Tomaz (2019) afirma que ao longo dos anos, o uso da água da chuva para consumo

não bebível é um sistema usado por vários países. Esse sistema vem crescendo e enfatizando a economia da água. Além de salvar a água potável, também ajuda a prevenir inundações causadas por chuvas nas grandes cidades, e a superfície se infiltrou para evitar a penetração da água.

Tomaz (2019) mencionou ainda que o programa de conservação de água é uma medida incentivo. Essas alterações técnicas e comportamentais é o que leva ao uso mais eficaz da água. Os incentivos que salvam água são educação pública, exercício, estrutura tarifária e regulamentos, que levam os consumidores a tomar medidas específicas.

2.2.2 Tratamento da água da chuva para reutilização em domicílios

Os autores Collischonn e Dornelles (2020) afirmam que água na atmosfera na maior parte da terra apresenta-se em forma de vapor e à medida que a temperatura do ar aumenta, essa quantidade aumenta. Para a criação de nuvens de chuva, possui um movimento úmido da qualidade do ar, porque a temperatura do ar reduz a água de pequenas partículas, o que causa gotículas de chuva, e às vezes essas partículas de água giram gelo. As partículas dessas águas crescem até que comecem a precipitar na superfície da terra como chuva.

Segundo os estudos de Gnaldiner (2018) as chuvas acontecem quando se encontram com duas camadas grande de massa de ar. Essas chuvas geralmente ocorrem em grandes extensões e são duráveis, mas a força geralmente é curta e pode ser mantida em uma área específica por vários dias. Ao contar a qualidade do ar, o ar mais quente sobe e atinge a temperatura mais baixa, o que faz com que essa situação ocorra.

Nobrega et al., (2018) apontam ainda que a qualidade do ar existe na terra ou na superfície do oceano, fará com que a qualidade do ar suba à atmosfera e entre em contato com a temperatura mais baixa. A nuvem gerada nesse processo tem representação vertical, produzem fortes chuvas geralmente em pouco tempo. No Brasil, eles ocorrem principalmente em regiões tropicais e são responsáveis por inundações, geralmente em pequenas bacias.

Elali (2019) também mencionou que as chuvas fortes acontecem em regiões onde se apresentam relevos definidos, essencialmente junto de cordilheiras, que impossibilita a passagem do ar. Essas massas de ar quando alcança as barreiras são forçadas a elevar junto as cordilheiras, e quando chegam a sua dimensão encontra o ar mais resfriado e desempenha o processo de condensação desse ar, geralmente essa mudança de temperatura acontecem chuvas com muita frequência.

Gnaldiner (2018) diz que a chuva é medida pelo aparelho de meteorologia chamado pluviômetro, instrumento de formato cilíndrico e com o dimensionamento padrão. Esse instrumento é muito usado na coleta de água de 400m² na forma de 40ml da água captada da chuva. A medição da água da chuva é realizada manualmente, sendo feita uma vez por dia, e já tem no comércio pluviométricos instrumentos que lançam essas leituras diretamente para um banco de dados.

Nobrega et al. (2018) explica que no Brasil, o órgão responsável pelo controle das águas da chuva é a Agência Nacional de Águas (ANA) que gerencia uma grande parte dos abastecimentos pluviométricos emitidos por todas as regiões nacionais, além disso, outras empresas de abastecimento executam esse controle (ANA; 2018).



Para se verificar a investigação das chuvas são levados em consideração alguns fatores (COLLISCHONN; DORNELLES, 2020):

-Altura: altura da lâmina de água da chuva precipitada sobre a superfície da Terra, levando em consideração que esta seja totalmente plana e sem considerar a infiltração no solo.

-Duração: período de tempo em que ocorreu a chuva.

-Intensidade: altura de chuva em função do tempo de duração.

-Frequência: repetição de determinadas quantidades de chuvas, normalmente tem se uma grande frequência de chuvas de menor intensidade, chuvas de grande intensidade são menos frequentes.

-Tempo de Retorno (TR): é determinado período de tempo em que se tem a repetição de uma mesma quantidade de chuva (COLLISCHONN; DORNELLES, 2020, p.56).

Elali (2019) explica que no Brasil, a diferença entre as chuvas é muito grande e essas variáveis podem ser espaciais ou sazonais. Quando acontece os parâmetros de precipitação de um ponto de medição para outro ponto é realizado a variabilidade espacial. Geralmente ocorre um incidente com a mesma chuva, quando um ponto de medição registra uma precipitação diferente com outro. Dependendo do mês e ano essas variáveis sazonais são comuns em determinadas regiões do país.

Desta forma, Tomaz (2019) cita ainda que o assunto do uso correto da utilização da água cada vez se fala mais, preservar e proteger o meio ambiente. O uso da água de chuva para uso não potável, é um meio essencial que pode se levar em consideração. Países desenvolvidos como Japão e Alemanha usam esse procedimento de captação da chuva para fins não potáveis, geralmente em descargas para os banheiros.

O Sindicato das Indústrias da Construção de São Paulo (2019), afirma que os sistemas de aperfeiçoamento da utilização de água da chuva são poucos emitidos, apresentam poucas unidades o método de economia do consumo de água. A reutilização da água da chuva, agrupa com a ideia do uso correto da água, utilizando essa água não-potável para outros fins e com o uso esse método o consumo de água diminui a demanda do uso dos recursos hídricos.

Segundo Hagemann (2019), entender as características qualitativas das águas pluviais é importante para definir o uso das águas pluviais e o tipo de tratamento a ser feito para torná-las adequadas para determinadas aplicações. A qualidade da água da chuva é diretamente verificada as condições atmosféricas locais e pelas superfícies sobre as quais ela se acumula.

As áreas de captação retêm impurezas e outros materiais que, quando carreados pela água, podem alterar a sua qualidade de forma que a torne imprópria para certos usos. Além da qualidade da água, deve-se considerar a disponibilidade de chuvas na região, fator importante para avaliar a viabilidade de seu aproveitamento, bem como a eficiência do sistema de captação.

Segundo Sacadura (2015), o SAAP (Sistema de Captação de Água de Chuva) visa conservar os recursos hídricos e reduzir o consumo de água potável. Esses sistemas coletam a água da chuva que cai nas superfícies e direcionam para um tanque de armazenamento para uso posterior, conforme mostra a Figura 2.

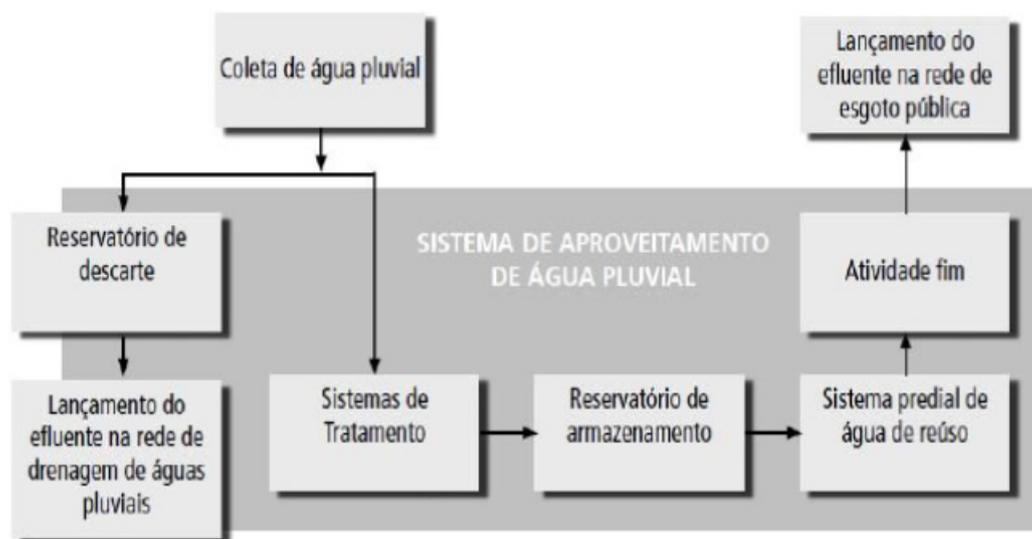


Figura 2. Esquema de aproveitamento de água de chuva

Fonte: ANA (2019)

Este sistema é dividido em 5 componentes, a saber: superfície de captação; sistema de transporte; dispositivos de filtração; dispositivo de armazenamento; e tratamento. É possível ainda que haja um componente extra: a rede de distribuição. No entanto, sua utilização só se justifica em prédios que ainda não foram construídos, uma vez que se deve optar por sistemas simplificados e os custos de novas instalações hidráulicas prejudicariam a viabilidade econômica do sistema (IPT, 2015).

A escolha de um sistema de tratamento de água pluvial requer uma análise da qualidade da água captada e dos requisitos de qualidade da água de acordo com o uso a que se destina. Além disso, quando se pretende utilizar a água da chuva captada para consumo humano, é necessário realizar uma análise em laboratório aprovado antes de determinar o método de tratamento a ser utilizado, pois estes fornecem informações que podem determinar se a água pode ser utilizada ou não. Não (BERTOLO, 2016).

A manutenção de diversas partes do sistema de captação de água de chuva pode interferir seriamente no tratamento e, conseqüentemente, afetar a qualidade da água tratada, pois a transmissão e limpeza regular do sistema reduzem a quantidade de material suspenso e preservam que entra no reservatório como parte do fluxo (BERTOLO, 2016).

Esses métodos de captação da água de chuva podem ser inseridos com facilidade nas instalações de água de um edifício, pois compreende-se de um sistema levemente simples. Com o uso desse método de captação pode-se diminuir consideravelmente no aproveitamento de água potável. O processo se torna bastante favorável, quando o projeto está localizado em regiões com grande intensidade de chuvas (SINDUSCON-SP, 2019).

De acordo com a Norma Brasileira NBR 15527/19, a propriedade da água da chuva para o uso de coberturas em áreas urbanas para fins não consumíveis deve respeitar as normas Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019) apresentados na Figura 3.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
^b uT é a unidade de turbidez.		
^c uH é a unidade Hazen.		

Figura 3. Parâmetros de qualidade da água da chuva para fins não potáveis

Fonte: NBR 15527 (2019)

De acordo com a Norma Brasileira 15527/17 o processo de eliminação de forma vegetativas é feito de acordo com os padrões do projetista, podendo usar produtos com o cloro, raios ultravioletas, ozônio, entre outros. Nos casos onde é preciso um residual desinfetante, aplica-se derivados de clorado (ABNT, 2019).

Ao considerar o aproveitamento da água de chuva para uma finalidade específica, deve-se ter o cuidado de verificar sua qualidade e, se necessário, determinar o processo de tratamento mais adequado, atendendo à Resolução CONAMA n° 357/2005 sobre classificação de corpos d'água e proveniência de tipos de acordo com as propriedades físico-químicas e biológicas da água. Os usos para os quais uma propriedade pode ser utilizada (ABNT, 2019).

De acordo com a resolução Conama 357/2015 e pela Portaria n° 2914/2011 existe vários estudos para determinam a qualidade das águas pluviais foram realizados no país, abordando questões como: o tipo de tratamento necessário com base nos usos múltiplos das águas pluviais; Requisitos relativos à água pluvial e qualidade e dar outras providências”.

Segundo Hagemann (2019), considera-se que a água da chuva não entra em contato com o solo nem recebe água diretamente. Poluentes emitidos pelas atividades humanas. No entanto, é sabido que a qualidade do ar afeta a qualidade da água da chuva por meio de ações antrópicas ou processos naturais, alterando sua qualidade. Outros fatores que interferem na qualidade das águas pluviais não momento do uso são as áreas de captação, calhas e tubulações e processamentos externos, por isso é necessário descartar os primeiros milímetros de água pluvial para tentar reduzir tais efeitos.

2.2.3 Soluções sustentáveis e econômicas para a captação da água da chuva e seu reaproveitamento.

De acordo com a Norma Brasileira n° 15.527/19 que trata do aproveitamento de água da chuva, foi criado um sistema de capacitação de água chamada Minicisternas, um método utilizado para o aproveitamento de água da chuva e economizar. Nesse sentido, Menezes et al., (2015) citam que o uso da cisterna para recolher a água da chuva, não tem a

qualidade para consumo potável, podendo ser usada em uso domésticos como lavar chão, carro, regar plantas.

Estas cisternas incluem reservatório semi-enterradas para armazenar água da chuva para consumo humano e armazenar água da chuva durante a estação chuvosa para uso em meses secos (LIMA; MACHADO, 2018).

Outra medida sustentável, conforme Tomaz (2019) a reutilização da água da chuva por meio das coberturas: cerâmicos, fibrocimento, chapa galvanizada, piso cimentado ou ladrilhado e outros tipos de telhados, aponta-se uma economia de 30% ao utilizar a água da chuva para fins não potáveis. Tomaz (2019) cita algumas finalidades da captação da água de chuva, como:

- Estimular a sociedade a fazer uso racional da água da chuva;
- Incentivar os moradores a implantarem em suas residências um sistema de captação de água da chuva;
- Diminuir o vazamento de grande quantidade de água nos abastecimentos pluviais no período das chuvas fortes.
- Utilizar a água captada da chuva para irrigações nos jardins e lavagens de pisos externos
- Manipular a água da chuva para limpeza de pisos, carros, máquinas e nas descargas no vaso sanitário (TOMAZ, 2013, p.58).

Nesse sentido Cavaleiro (2020) afirma que a utilização de água de chuva para uso não potável é um método aplicado em diversos países. Esse procedimento vem aumentando e dando destaque à preservação da água. Além de contribuir para a economia de água potável, proporcionando a conservação e diminuição das enchentes geradas por chuvas fortes nas cidades grandes.

De acordo com o Código Sanitário do Estado de São Paulo (2018) não é permitida a interligação de tubulações ligadas diretamente à rede pública com tubulações contendo água de outras fontes de abastecimento. Também afirma que os sistemas de água não potável formados por água da chuva não devem ser misturados com sistemas de água potável

Já no Artigo 19 do Código Sanitário (2018), descreve que proibida a inserção direta ou indireta de água pluvial ou no sistema de esgoto da edificação de onde é produzida água pluvial por drenagem, determinando apenas que a água pluvial não pode ser lançada na rede de esgoto. A utilização de parte das águas pluviais para águas não potáveis não impede o seu lançamento em esgotos sanitários. Para exemplificar, a figura, apresenta um esquema de aproveitamento de água de chuva para fins não-potáveis, em uma residência que possui água encanada.



Figura 4. Captação de água de chuva

Fonte: Tomaz (2019)

A superfície considerada para captação de água da chuva nos telhados já é preparada. Às vezes é necessário instalar calhas, condutores verticais e coletores horizontais, construir um tanque autolimpante e um tanque de armazenamento de água da chuva, que pode ser colocado no solo ou enterrado no solo (TOMAZ, 2019).

Conforme Tomaz (2003), os principais componentes para captação de água de chuva são:

- Área de captação geralmente são os telhados das casas ou indústrias. Podem ser telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de zinco, telhas de ferro galvanizado, telhas de concreto armado, telhas de plástico, telhado plano revestido com asfalto, etc.
- Calhas, condutores: Para captação da água de chuva são necessárias calhas e coletores de águas pluviais que podem ser de PVC ou metálicos.
- By Pass é utilizado após a primeira chuva, que contém muita sujeira dos telhados pode ser removida manualmente com uso de tubulações, as quais podem ser desviadas do reservatório ou automaticamente através de dispositivos de autolimpeza em que o homem não precisa fazer nenhuma operação.
- Peneira é utilizada para remover materiais em suspensão, com telas de 0,2mm a 1,0mm.
- O Reservatório pode estar enterrado. Podem ser de concreto armado, alvenarias de tijolos comuns, alvenarias de bloco armado, plástico, poliéster, etc.
- O extravasor deve ser instalado no reservatório e deverá possuir dispositivo para evitar a entrada de pequenos animais (TOMAZ, 2019, p.89).

Diante desse contexto, independentemente do método selecionado é perceptível que um dimensionamento econômico e eficiente depende do conhecimento das informações requeridas pelo modelo a ser usado, sendo importante, para tornar mais confiável o sistema, conhecer o índice pluviométrico da região de estudo, já que ele reflete a distribuição da chuva ao longo do ano

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada para o levantamento dos dados bem como para a caracterização e importância do sistema de captação de água da chuva e seus recursos se mostraram eficientes e cumpriram os objetivos traçados. E a partir dessa revisão de literatura realizada no desenvolvimento do presente trabalho foi possível obter um breve panorama sobre as etapas e procedimentos do reaproveitamento da água da chuva.

A determinação de indicadores de referência específicos para cada uma das etapas envolvidas no processo de tratamento de água é uma medida essencial para o monitoramento da eficiência do processo, da qualidade da água e para a determinação de eventuais falhas. O controle rigoroso dos fatores que influenciam na eficiência capacitação da água e das condições favoráveis garante que os componentes do sistema tenham desempenho maximizado.

Desta forma, esta pesquisa buscou reconhecer e complementar o presente tema desenvolvido neste estudo a importância de evidenciar a contínua preocupação na base em abranger a população mundial com sistemas de captação de água da chuva e ao mesmo tempo que a sua prática se mostra eficiente com os ideais de conservação regulamentam o uso racional da água.

Referências

- ANA/FIESP/SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso da água em edificações**. 2019. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br> São Paulo: 2015. Acesso em 18.05.23
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo. 2018. Disponível em http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prod_serv/publicacoes/manual_agua_em_edificacoes.pdf. Acesso em 05.04.23
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019.
- CAVALEIRO, A. R. **Reuso de Águas Cinzas e Águas Pluviais em Edifícios Residenciais**. 2020, 56f, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Saúde Sanitária) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo. 2020
- COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. **Hidrologia: para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: CD.G, 2020.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 357/2015. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília, 2015.
- CUTOLO, Silvana Audrá. **Reúso de águas residuárias e saúde pública**. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2019.
- DECRETO N. 12.342, de 27 de setembro de 2018. **Assembleia Legislativa de São Paulo**. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-12342-27.09.2018.html>. Acesso em 20 de abril de 2017.
- ELALI, G. A. O ambiente da escola: uma discussão sobre a relação escola-natureza em educação infantil. **Estudos de Psicologia**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, v.8, v.2, p.309-319. 2019
- FREITAS, Eduardo de. **“Chuvas e precipitações”**; Brasil Escola. 2018. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/chuvas-precipitacoes.htm>>. Acesso em 05.04.23
- GNADLINGER, J. **Relatório da oficina internacional sobre captação e manejo de água de chuva**, Landzou, China 16 de junho-31 de agosto 2018. Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br/docs/relatchina.pdf>> Acesso em 05.04.23
- HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Am-



biental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

IPT. **Uso de água de chuva.** 2015. Disponível em: http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=892. Acesso em: 18.05.2023

JABUR, A. S.; VARGAS, N.; MILANI, C. **Aproveitamento de Água Pluvial:** Estudo de casos em Pato Branco/PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gerência de Obras) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

MENEZES et al., **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial Localizado em Florianópolis:** SC.2015. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2015

NÓBREGA, R. L. B. et al. **Articulação de políticas públicas e vulnerabilidade dos recursos hídricos:** o caso do aproveitamento da água de chuva em zonas rurais. in: Anais IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador-BA. 2018

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil.**2021 Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/> Acesso em: 05.04.23

REBOUÇAS, B. S. **Crítica da Razão Indolente: Contra o Desperdício da Experiência.** 3 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SACADURA, Francisco O. M. O. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios.** Faculdade de Ciências Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 2015

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água** – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos. 1a ed. São Paulo: Navegar Editora, 2019.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI:** enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa/IIIE, 2018.

ZANETI, Izabel C. B. B. **Além do lixo:** reciclar: um processo de transformação. Brasília: Terra Una, 2019. 133 p

10

PATOLOGIAS EM CONSTRUÇÕES E EDIFICAÇÕES
PATHOLOGIES IN CONSTRUCTIONS AND BUILDINGS

Wenysson Rodrigo Paixão Verde¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Patologia de forma geral se define como o estudo das alterações estruturais, bioquímicas e funcionais. Na engenharia civil, o estudo das patologias refere-se ao entendimento das causas e efeitos acerca dos problemas em uma construção ou edificação, dessa forma, constituindo um diagnóstico e possíveis correções. Apresentar formas de mitigar esse problema recorrente ainda é um desafio para a engenharia, tendo em vista que os processos construtivos se apresentam cada vez mais sofisticados e a presença de mão de obra qualificada mais escassa frente a esses processos. Com o presente artigo, algumas formas comuns de manifestações patológicas serão decorridas, assim como, possíveis problemas futuros e soluções prévias. As patologias podem ter diversas origens e podem surgir em qualquer fase da construção, até mesmo depois de concluída, dessa forma deve-se observar a importância de saber como lidar com situações patológicas, que caso não sejam evitadas, devem ser corrigidas ao longo do processo.

Palavras-chave: Patologias. Construção. Diagnóstico. Problemas.

Abstract

Pathology is generally defined as the study of structural, biochemical, and functional alterations. In civil engineering, the study of pathologies refers to the understanding of the causes and effects of problems in a construction or building, thus constituting a diagnosis and possible corrections. To present ways to mitigate this recurrent problem is still a challenge for engineering, having in mind that the constructive processes are becoming more and more sophisticated and the presence of qualified labor is scarcer in front of these processes. With this article, some common forms of pathological manifestations will be elucidated, as well as possible future problems and previous solutions. Pathologies can have various origins and can arise at any stage of construction, even after completion, so one should note the importance of knowing how to deal with pathological situations, which, if not avoided, should be corrected throughout the process.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil tem se empenhado cada vez mais para proporcionar aos seus empreendimentos mais conforto, rapidez e viabilidade, fazendo com que os canteiros de obras se tornem verdadeiros locais onde tecnologias e sistemas inovadores de construção são implantados. A tecnologia é a principal aliada de qualquer sistema de construção civil, se dispondo assim de métodos para evitar ao máximo as falhas. Contudo, todo e qualquer sistema construtivo está sujeito ao erro, desse modo surgem ou podem surgir as patologias que acometem o processo e a construção, e este artigo tem por finalidade desenvolver sobre as patologias mais comuns na construção, suas causas principais, como diagnosticar algumas formas de minimizar os seus danos.

Em uma cidade como São Luís, pode ser feita uma divisão de patologias relacionados a área em que a edificação/construção está situada, uma vez que regiões litorâneas apresentam uma alta taxa de patologias relacionadas a corrosão/oxidação causada pelo salitre e poucas patologias relacionadas a outros agentes, é claro que isso não é uma regra, mas somente uma observação que pode ser feita por um profissional. Isso baseia-se na afirmação de que na presença de umidade e do cloreto de sódio presente na água do mar, as oxidações podem ser potencializadas.

As patologias são simples de serem identificadas quando se tem um olhar atento, como no caso de oxidações, em que o material por exemplo o ferro fica em um tom avermelhado, porém não precisa ser um especialista para identificá-la, pois muitas delas são bem visíveis. Como forma de tornar mais simples a identificação de patologias, ao longo do artigo será apresentado algumas de suas formas e possíveis causas, tendo por finalidade situar o profissional dentro dessa parte tão importante da engenharia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho de pesquisa realizado se deu por meio de uma revisão bibliográfica onde trata da importância de identificar patologias nos processos construtivos da edificação sendo que esta pesquisa consiste em uma abordagem descritiva e qualitativa. As informações obtidas e analisadas mostram a importância de se identificar a patologia de forma precoce para que soluções sejam aplicadas para seu controle.

O estudo foi desenvolvido levando em consideração análises feitas a partir de relatórios de vistorias de patologias prediais (PROINFRA) dos últimos 10 anos e contextualizando as informações obtidas com conceitos importantes da construção civil. A pesquisa se mostra importante de modo que patologias podem aumentar o custo de uma edificação tendo que suas origens podem variar desde simples fissuras até colapsos estruturais.

A pesquisa feita em artigos se mostrou também muito contundente em reforçar os resultados obtidos acerca da importância de saber identificar falhas patológicas pois a sua breve identificação pode evitar desperdício de tempo e dinheiro em uma construção.

2.1 Resultados e Discussão

Um dos pontos mais importantes sobre o estudo das patologias é justamente evitar problemas nas edificações, que podem comprometer de forma acintosa a vida útil da edi-



ficação, acarretando mais custos e mais tempo para a sua conclusão. Contudo, a melhor forma de evitar as manifestações patológicas é sempre cumprindo todas as etapas do processo da construção de acordo com as normas regulamentadoras. Vale destacar também, que o modo de como as empresas da construção civil trata os seus processos, influência diretamente na qualidade das edificações, e para que isso aconteça de modo positivo, um dos pontos cruciais a serem desenvolvidos pelas empresas, são minicursos abordando o manuseio correto de equipamentos e processos, permitindo aos trabalhadores melhor compreensão de toda a abrangência que tem uma construção, que vai muito além dos processos mecânicos e repetitivos. Ampliar a visão e melhorar a compreensão são o caminho para tornar as manifestações patológicas mais distantes dessa área tão importante que é a construção civil.

2.1.1 Patologias na Fundação

A fundação constitui uma parte muito importante da edificação e essas estruturas são responsáveis por transmitir as cargas da construção para o solo. Fundação é o conjunto de elementos estruturais responsáveis pela sustentação da obra transferindo o peso do conjunto estrutural ou solo dividindo-se em fundações rasas ou profundas (SHHWIRCK, 2005).

As patologias que acometem edificações estão diretamente ligadas a falhas no projeto ou erros na hora de escolher a melhor forma de se projetar as estruturas, essas pequenas falhas podem acabar provocando patologias graves nas fundações. O conhecimento sobre as patologias das edificações é indispensável em maior ou menor grau, para todos que trabalham na construção (VERÇOZA, 1991). O erro mais comum em pequenas obras é escolher o tipo errado de fundação para a construção em questão, dessa forma podendo gerar esforços excessivos nas fundações fazendo com que as mesmas tenham carregamentos não previstos, provocando fissuras ou recalques na edificação. As fundações variam de acordo com o tipo de edificação a ser construída, podendo variar de pequenas sapatas até estacas bem profundas, o que torna a sua escolha muito relevante ao projeto. As patologias decorrentes de erros durante a execução das fundações, sejam por falta de recobrimento suficiente das armaduras, falha na moldagem das formas ou até mesmo falha na dosagem do concreto, são sempre problemas graves e requerem muito conhecimento do profissional da obra. Entre os principais problemas que compõem a patologia das fundações têm-se as fissuras, deslocamentos, assentamentos e rotações que possivelmente podem afetar a estrutura da edificação (ALONSO, 2020). Contudo, projetos elaborados por profissionais capacitados e executados da maneira correta, raramente apresentam patologias na fundação, no entanto, falta de controle do concreto pode gerar uma deficiência na resistência final da estrutura, ocasionando fissuras como mostra a Figura 1 a seguir.



Figura 1. Fissuras graves na fundação

Fonte: Pecchio et al. 2005

As fundações em sapatas também podem ser reforçadas através do alargamento de sua base, isto ocorrerá quando o terreno de apoio da fundação não possuir resistência suficiente para suportar as cargas provenientes da edificação, quando há acréscimo de carga ou quando estas já estão acima das cargas que o solo pode suportar (NEVES, 2010).

2.1.2 Patologias na Armadura

Armadura é o nome dado para designar o conjunto de elementos, geralmente de aço, utilizados na construção de estruturas de concreto armado. Esses elementos têm o importante papel de resistir a esforços de tração oriundos dos carregamentos das estruturas de concreto, trabalhando de forma segura e garantindo estabilidade para os elementos estruturais, pilares, vigas etc. Juntamente com a utilização do concreto armado, vieram as manifestações patológicas que este está sujeito, tanto pelo descuido e má utilização como pela mão-de-obra não qualificada em edificações ou mesmo a ignorância no emprego correto deste material (TRINDADE, 2015). Por isso o cobrimento adequado das armaduras é crucial para garantir a proteção física e química das barras de aço, pois garante a eficácia da armadura. Quando as barreiras de cobrimento do aço são comprometidas, significa dizer que o material está exposto a corrosão. Quando a proteção é insuficiente em relação à agressividade de um ambiente, as manifestações patológicas surgem em poucos anos, levando ao deslocamento do cobrimento, à fissuração intensa, ao desaparecimento das armaduras e, em último grau, à deformação e ao colapso da estrutura (HERVÉ, 2016)



Figura 2. Corrosão

Fonte: Speranza Engenharia

As manifestações patológicas estão diretamente ligadas à forma de execução das etapas de lançamento do concreto na armadura, passando pela qualidade das fôrmas e dos escoramentos que influenciam diretamente na capacidade da concretagem e cobertura das armaduras. Essas etapas executadas incorretamente terminam por afetar os custos financeiros envolvidos, somando valores adicionais ao orçamento final, o que acarreta prejuízos, já que normalmente estão envolvidos serviços adicionais necessários para a correção dos danos, comprometendo a esfera da estética (MARCELLI, 2007). Locais onde há alta densidade de armadura é natural a dificuldade do cobrimento por parte do concreto, porém o uso de superplastificantes na composição do concreto, ajudam no espalhamento por toda a peça sem a necessidade de adição de água e conseqüentemente sem a diminuição da resistência final do concreto.

O cobrimento adequado da peça garante a proteção necessária contra os agentes agressores, evitando as patologias. Dessa forma quanto maior a camada de concreto maior a proteção do aço, contudo, não se pode aumentar a camada de concreto de forma descontrolada, uma vez que mais concreto gera mais peso na estrutura e isso aumenta consideravelmente os custos da construção.

2.1.3 Patologias no Concreto

O concreto composto por cimento, areia, brita e água, é um dos materiais mais utilizados da construção civil pois sua característica de endurecimento ainda é capaz de suprir a demanda da indústria de forma eficaz. Mesmo com pontos positivos importantes o concreto não é perfeito, pois há várias condições que podem prejudicar sua qualidade. Se tratando de patologias no concreto, as manutenções preventivas sempre serão as melhores formas de se evitar problemas maiores. De fato, em qualquer projeto de construção, condições patológicas podem surgir em vários momentos, mesmo anos após a entrega do projeto. No entanto, a atenção e o cuidado podem evitar que os problemas surjam e até permitir que sejam resolvidos de forma mais prática.

Fissuras, trincas, poros e erosão são patologias que estão relacionadas a deficiência no processo de execução da concretagem, pois o concreto confeccionado com elevado fator

água em relação ao cimento e areia, acarreta a elevada porosidade do concreto e fissuras de retração, da mesma forma que a ausência ou deficiência de cura do concreto, propicia a ocorrência de fissuras, porosidade excessiva, diminuição da resistência etc. A porosidade pode ser vista na Figura 3 a seguir.



Figura 3. Concreto com patologia

Fonte: Tecnosil

Um concreto lançado sobre uma região com alta taxa de armadura pode apresentar patologias de diversas formas, uma vez que se for adensado de forma excessiva, pode haver a segregação dos materiais do concreto diminuindo de forma significativa a sua resistência final, em contrapartida adensar pouco o concreto pode gerar vazios dentro da armação, o que também diminui de forma significativa a resistência do concreto. Um outro fator que pode ser responsável por manifestações patológicas é o adensamento, tal processo tem a função de retirar ou diminuir ao máximo os espaços vazios no concreto, de forma a permitir que este tenha uma maior resistência mecânica e possibilite um melhor acomodamento do concreto nas formas e entre as armaduras presentes (NEVILLE; BROOKS, 2013).

A fim de evitar esses problemas patológicos que resultam em vazios e fissuras consequentemente diminuindo a resistência do concreto, a utilização de concretos especiais com superplastificantes se mostrou uma solução viável para o problema, de modo que concretos com a adição de superplastificantes conseguem deixar o concreto mais maleável sem a necessidade de adição de água o que não compromete a sua resistência. Os concretos especiais podem se apresentar mais caros, porém, sob o ponto de vista econômica, Sitter afirma que os custos relacionados à intervenção corretiva na construção aumentam significativamente em uma progressão geométrica de razão cinco na medida que o tempo decorre (Sitter 1984).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo permitiu explorar acerca de patologias que podem acometer as edificações, por meio de análises e observações de situações comuns nas construções.

Com isso, foi constatado que as manifestações patológicas podem surgir a partir de diversos fatores e que por esse motivo a correção patológica deve ser feita perante o conhecimento de sua origem.

Dentre o mencionado no presente artigo e constatado por pesquisas, grande parte das manifestações patológicas está relacionada às falhas na execução do projeto, que por negligência ou por falta de qualidade dos materiais escolhidos, compõem mais da metade das manifestações patológicas.

Dessa forma o processo de gestão se faz muito necessário na tentativa de aumentar a comunicação entre funcionários e minimizar erros no trabalho, pois empresas de grande porte onde tem um número elevado de funcionários a rotatividade no processo faz com que a comunicação em relação ao processo seja muito diluída dando margem para que erros possam acontecer.

Apesar que as patologias possam apresentar características diferente em suas origens, elas estão geralmente ligadas ao mesmo problema, que é a gestão. O alinhamento de softwares de gestão ao processo se faz muito necessário em todas as fases de construção de uma edificação, uma vez que grande parte das decorrências de patologias citadas neste artigo podem ser evitadas.

Com isso, concluiu-se que o investimento tecnológico alinhado com o investimento em treinamento de gestão tem o potencial para mitigar a decorrência de qualquer problema na construção, seja ele relacionado a orçamento ou patologias.

Referências

HERVÉ, Egydio Neto. **Cobrimento de armaduras determina durabilidade de estruturas de concreto**. 14/11/2022. Aecweb.com/revista. Acesso em 13 maio.2023

<https://docplayer.com.br/56184677-Patologia-das-fundacoes-estudos-de-caso.html>. Acesso em 15 maio.2023

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. São Paulo: Pini, 2007.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. 2. ed. ISBN: 9788582600719. Bookman, 2013.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em Estruturas de Concreto Armado**. 2015. 88 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). UFSM - Universidade Federal de Santa Maria. Centro De Tecnologia. Santa Maria: UFSM, 2015.

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das Edificações**. Editora Sagra.1991 YAZIGI, Walid. A Técnica de Edificar. Editora PINI. 1997

<https://www.inovacivil.com.br/o-que-sao-as-patologias-e-quais-as-ferramentas-que-auxiliam-no-seu-combate/acivil.com.br/o-que-sao-as-patologias-e-quais-as-ferramentas-que-auxiliam-no-seu-combate/>. Acesso em 14 maio.2023

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/patologia-em-fundacoes> Acesso em 13 maio.2023

<https://www.tecnosilbr.com.br/manifestacao-patologica-segregacao-do-concreto-bicheira-no-concreto/> Acesso em 19 maio.2023

https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo-_patologia_em_concreto_armado_.pdf Acesso em 13 maio.2023

<http://speranzaengenharia.ning.com/page/corrosao-nas-armaduras-de-concreto-armado> Acesso em 13 maio.2023

II

A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PROJETOS PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

THE IMPORTANCE OF PROJECT MANAGEMENT FOR PLANNING AND CONTROL IN CIVIL CONSTRUCTION WORKS

Renato Sousa Bezerra¹

Eduardo Mendonça Pinheiro²

1 Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

2 Professor(a) da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A gestão projetos na construção civil se faz necessário para melhoria da qualidade na prestação de serviço. O desenvolvimento e a globalização da economia trazem consigo uma constante busca na competitividade entre as empresas da área de construção de edifícios nos resultados da produção com o intuito de atingir a qualidade máxima das obras construídas. Dessa forma, presente trabalho questionou: qual a relevância da Gestão de projetos como ferramenta de planejamento e controle das obras da construção civil? Para tanto objetivou-se apresentar importância da gestão de projetos para o controle das obras da construção civil. A metodologia utilizada foi de revisão bibliográfica com busca em material produzido nos últimos dez anos. Observou-se ao final que o enfrentamento de inúmeros desafios diretamente relacionados a uma gestão mal planejada dentro do canteiro de obras, com equipes desestruturadas, tempo e gastos sem controle não condizente com a realidade, dentre diversos outros fatores são causas da falta de planejamento adequado. Considera-se, portanto, a importância do uso da ferramenta de planejamento para gerenciamento de projetos na construção civil para diminuição de custos no produto final e assim garantir o sucesso nos empreendimentos.

Palavras-chave: Construção civil, Planejamento, Controle. Obras.

Abstract

Project management in civil construction is necessary to improve the quality of service provision. The development and globalization of the economy bring with them a constant search for competitiveness among companies in the building construction sector, aiming to achieve the highest quality in the constructed works. In this regard, this study questioned the relevance of project management as a planning and control tool for civil construction projects. The objective was to present the importance of project management for the control of civil construction works. The methodology used was a literature review, with a search for materials produced in the last ten years. It was observed that facing numerous challenges directly related to poorly planned management within the construction site, with disorganized teams, uncontrolled time and expenses that do not align with reality, among other factors, are causes of inadequate planning. Therefore, the importance of using planning tools for project management in civil construction is considered to reduce costs in the final product and ensure success in the projects.

Keywords: Civil construction, Planning, Control, Construction works.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, busca-se constantemente melhorias no desempenho de desdobramento do projeto, cujo objetivo é diminuir os custos de produção do processo e entregar o resultado final no menor tempo possível com o mínimo desperdício. Esses processos de inovação envolvem diferentes aspectos do setor empresarial, e isso não é diferente no segmento da Construção Civil.

Na indústria da construção, é desejável gerenciar os processos ao longo do projeto, desde a concepção até a execução. No entanto, as características do processo produtivo e do próprio mercado não suportam esse controle total do processo da forma desejada. No Brasil, devido a diversas crises de mercado, a dificuldade de aplicação das teorias de gestão tem sido muito maior do que em outras partes do mundo. Isso reduz o interesse das empresas em investir em novas pesquisas e, portanto, em novas tecnologias e na implementação e gestão de projetos.

O desenvolvimento e a globalização da economia trazem consigo uma constante busca pela melhoria e competitividade entre as construtoras da área da engenharia civil. A procura por melhores resultados na produção com o intuito de atingir a qualidade máxima das obras construídas, impulsiona muitas empresas de construção civil a procurar alternativas que viabilizem esses aspectos. Diante disso, a Gestão de Processo apresenta-se como uma ferramenta relevante e de grande utilidade para as empresas desse segmento, pois, possibilita melhorias no plano de ação e no controle das obras, o que justificou a escolha desse tema.

A Gestão de Projetos bem executada possibilita o melhor desempenho do negócio, dessa forma uma maior eficácia na entrega dos produtos e serviços, na otimização da aplicação de recursos e no aumento do grau de contentamento do cliente. Assim, quando utilizada como uma ferramenta de planejamento e controle das obras da construção civil, tende a apresentar resultados positivos, justificando-se, essa pesquisa.

O setor da Construção Civil enfrenta constantemente inúmeros desafios relacionados a uma gestão ineficiente dentro do canteiro de obras, resultantes de processos mal gerenciados, equipes desorganizadas, falta de liderança, gastos excessivos, tempo de entrega do produto final não condizente com a realidade, dentre diversos outros. Desta forma, questiona-se: qual a relevância da Gestão de Projetos como ferramenta de planejamento e controle das obras da construção civil?

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como principal objetivo apresentar a importância da Gestão de Projetos para o planejamento e controle das obras da Construção Civil. Os objetivos específicos foram: conhecer os principais conceitos e aspectos relacionados à Gestão de Projetos; identificar a importância e as características do planejamento na construção civil; apresentar as principais ferramentas da qualidade empregadas na Gestão de Projetos direcionada à construção civil.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A presente pesquisa desenvolveu-se por meio da metodologia de Revisão bibliográfica, metodologia esta que conforme cita Marconi (2017) tem por objetivo conhecer e explicar



a operacionalização dos fenômenos, bem como sua função e estrutura e como mudanças são realizadas e efetuadas. Utilizou-se o modo de pesquisa exploratória e descritiva, desenvolvida por consulta a livros, artigos, dissertações, teses e monografias presentes nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES, onde buscou-se sobre o tema em questão. Foram utilizados os materiais publicados nos últimos dez anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Construção civil. Planejamento. Controle. Obras. Utilizou-se critérios de exclusão para algumas fontes, levou-se em conta, resumos, publicações que não continham em seu conteúdo dados condizentes com a temática.

2.2 Resultados e Discussão

O planejamento exerce um papel de grande relevância na gestão dos empreendimentos, torna-se então necessário, estar alinhado com a ideologia e carência de cada organização, ele é primordial quando se trata da gestão, ou seja, faz-se necessário organizar os processos, os fins, as diretrizes e definir ações a ser elaboradas, para que as mesmas sejam desenvolvidas, implementadas e gerenciadas com a finalidade de alcançar um objetivo positivo. Portanto, o planejamento tem como fim prever as situações possíveis de acontecer e, assim predeterminar futuras ações e preservar as sequências dos acontecimentos (SILVA, 2011).

As modificações relevantes no setor empresarial ocasionada pelas crises financeiras contribuíram para dificuldades no setor orçamentário de muitas empresas em diferentes níveis. Nesse grande desafio está a planejamento estratégico, como uma ferramenta com a finalidade de contribuir na gestão empresarial pois faz uma análise da performance, elaboração de orçamento, definição de propósitos e desenvolvimento de plano de ação, fatores que tem a finalidade de nortear a gestão financeira e orçamentária das empresas de maneira adequada (DIAS, 2022).

A gestão de projetos é uma abordagem sistemática para planejar e executar projetos com sucesso. Envolve a definição de objetivos claros e mensuráveis para o projeto, a identificação de recursos necessários, a criação de um cronograma de trabalho, a alocação de tarefas e responsabilidades, a comunicação eficaz e a monitorização contínua do progresso do projeto. Contudo, a gestão de projetos contemporânea começou a ser notada como uma solução benéfica às empresas durante os períodos de recessão de 1979 – 1983 e 1989 – 1993 (KERZNER, 2007).

O ato de planejar é uma necessidade em vários setores, não é exclusivo apenas de uma área, nesse contexto o presente trabalho trata do planejamento na gestão de obras na construção civil, por acreditar-se que uma obra bem planejada no início, apresentará um resultado satisfatório.

Conforme Pires (2014) discorre, o planejamento, controle e gerenciamento de obras visa ao engenheiro a possibilidade de perceber inicialmente o local de obra, a fim de verificar os pontos críticos para que precauções sejam tomadas, e assim observar as possíveis variações entre os valores reais da obra e o custo orçado, e dessa forma promover com maior agilidade uma deliberação, entre outros.

O plano de ação e monitoramento de obras na construção civil é extremamente importante para garantir o sucesso e a eficiência de um empreendimento. Isso ocorre devido à grande complexidade e variedade de atividades envolvidas na construção de uma edificação, que inclui desde a seleção do terreno até a entrega da obra. A esse respeito, Mattos (2019, p. 13) destaca que:

Com a intensificação de competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias, o aumento do grau de exigências dos clientes - sejam eles usuários finais ou não - e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, as empresas se deram conta de investir em gestão e controle de processos.

Assim, a ênfase na gestão de projetos e suas competências representa uma oportunidade para as empresas se tornarem mais eficientes e inovadoras, gerando valor aos seus clientes e diferenciando-se das concorrentes. O planejamento tem por finalidade prever as situações previsíveis; antecipar os acontecimentos e manter as ideias previstas (SILVA, 2011).

E dentro das competências destacam-se suas características e modelos de organizações que continuamente sofrem influências e impactos no decorrer do processo de gestão de projetos. Na construção civil, projetos sem elaboração correta e conseqüentemente que dificulte a sua execução é bem mais comum, visto que todo o conhecimento aplicado, ferramentas, técnicas, habilidades são diretamente voltadas ao projeto de início ao fim.

Em uma construção civil o processo de planejamento deve ser realizado várias vezes, assim, replanejar, significa dizer que novas informações estão disponíveis sobre o empreendimento devido ao progresso da obra, portanto, o planejamento, não é um processo único (NOGUEIRA FILHO, 2010).

O gerente de projetos em sua liderança na organização intermedia os conflitos dentro do ambiente de trabalho e os empregados, possibilita estratégias de desenvolvimento de uma relação com qualidade baseada na diretriz tão importante, que é a comunicação. Portanto, o papel do gestor está diretamente relacionado ao desenvolvimento profissional da sua equipe e com o sucesso da empresa (ARANTES, 2019). Para tanto, é importante destacar, no que se refere ao profissional que capacita, treina, motiva e incentiva a equipe de trabalhadores o quanto que a própria organização ganha com o investimento desse profissional na gestão de projetos.

Nessa perspectiva é importante ressaltar que de acordo com Almeida (2015), o Planejamento e Controle de obras podem incluir períodos de curto e longo prazo, sendo uma função que compreende diferentes níveis hierárquicos. Leva-se em consideração que estes níveis podem-se classificar em Planejamento Estratégico, Planejamento Tático e Planejamento Operacional.

A esse respeito, faz-se notório enfatizar que para Silva (2021), o planejamento é um processo dinâmico e contínuo que consiste em um conjunto de táticas para um objetivo futuro, com o intuito de possibilitar decisões previamente. Essas ações tomadas devem ser identificadas de modo a permitir que elas sejam executadas de forma adequada, considerando fatores como o prazo, custos, qualidade e segurança dentre outros. Um planejamento eficaz e eficiente oferece inúmeras vantagens à equipe de projeto

Em geral, as empresas têm gastado mais tempo e dinheiro em atividades de controle e de previsão do que com os aspectos formais do planejamento. Planejamento e controle devem ser trabalhados com o mesmo grau de importância pelas empresas. É necessária a elaboração de planejamento tanto antes da execução das obras quanto durante a sua execução (PIRES, 2014).

Para elaboração de estratégias de uma empresa do setor da construção civil o planejamento e o controle das obras, favorece a empresa perceber a sua atuação no real momento e o que pode ser feito para desenvolver no futuro. Segundo Silva (2011), o planejamento é importante porque, mesmo que não haja como oferecer certeza de perfeição

em qualquer atividade humana, existe o risco inerente em todas as áreas. Proporciona às pessoas e às organizações garantia razoável de alcance dos objetivos, que por sua vez se traduz em confiança, noção prévia do que se deve fazer e para onde ir. Isso abre o caminho para a eficiência nas ações e para se obter máxima eficácia nos resultados.

O planejamento e o controle das obras são ferramentas que possibilitam diversos benefícios para uma empresa do setor civil, a fim de permitir o destaque entre as suas concorrentes. Assim, conforme destaca Matos (2019) O planejamento estratégico será tão eficaz quanto as premissas que foram nele incluídas. Trata-se de um processo que prepara a empresa para o que está por vir. Todo plano estratégico deve abranger desafios, objetivos, metas e, conseqüentemente, riscos. E deve ser analisado ao longo de tempo com base em informações obtidas nas análises dos cenários interno e externo em que a organização se insere no mercado.

Vale ressaltar as palavras de Matias (2009), ao considerar que os altos índices de fracasso das empresas que estão começando no mercado são em decorrência da falta de planejamento das obras a serem executadas, e podem ser facilmente surpreendidas com as oscilações que existem no cenário, dessa forma decisões inequívocas podem prejudicar a sua trajetória e distanciá-las dos objetivos da empresa.

Entretanto, para Ballou (2016), o planejamento não é capaz de eliminar os riscos existentes para as empresas da construção civil, no entanto, consegue identificá-los antecipadamente e assim, auxiliar na busca por soluções. Além disso, consegue prever todas as ameaças externas à organização, bem como todas as oportunidades existentes. Munida dessas informações, a empresa será capaz de delimitar as estratégias necessárias para que consiga aproveitar melhor os recursos que possui, inclui-se também as suas competências.

O planejamento e o controle das obras garantirão também que as empresas adquiram um maior senso de direção, e focalize os seus esforços, planos e as decisões a serem tomadas, para garantir assim o crescimento da empresa no segmento. O Planejamento Estratégico exige uma visão mais aberta das organizações, devido a este fato, o mesmo sofreu muitas críticas no passado, pois a maioria das empresas do ramo da construção civil ainda possuíam uma visão limitada a respeito do ambiente organizacional (BARCELLOS, 2015).

Tendo em vista que existem teorias e ferramentas que proporcionam um melhor desempenho para melhoria contínua da qualidade, é preciso verificar como se deve implantá-las dentro do setor da construção civil, principalmente dada à natureza e as características únicas da indústria da construção, que mostram necessidades de desenvolvimentos de estratégias constantes para que as empresas garantam não apenas a sua sobrevivência, mas, principalmente sua competitividade (FERREIRA, 2016).

Dentre as ferramentas, cita-se a ferramenta de qualidade conhecida como ciclo PDCA, com significado *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Fazer-Verificar-Agir), é um método amplamente utilizado para a melhoria contínua dos processos em uma organização. Desenvolvida por Walter A. Shewhart na década de 1930 e amplamente divulgado por Edward Deming, na década de 1950. Segundo Machado (2016) é uma maneira de orientar de maneira eficiente e eficaz a execução de uma determinada ação. Também traduz o conceito de melhoramento contínuo, implicando literalmente um processo sem fim.

O ciclo PDCA é composto por quatro etapas distintas (*Plan, Do, Check e Act*), inter-relacionadas que se repetem em um ciclo contínuo. O P (*plan* – planejar): nesta etapa, é feita uma análise cuidadosa do processo. Para que sejam estabelecidos objetivos claros e bem definidos, seleção de um processo, atividade ou máquina que necessite de melhoria, com medidas claras para obtenção de resultados; D (*do* – fazer): implementação do plano ela-

borado e acompanhamento de seu progresso; C (*check* – verificar): análise dos resultados obtidos na execução do plano e se necessário, avaliação do plano; A (*act* – agir): caso tenha obtido sucesso, o novo processo é documentado e se transforma em um novo padrão (RO-LIM, 2017).

- Planejar (*Plan*): Nesta etapa, é realizada uma análise cuidadosa do processo ou problema em questão. São estabelecidos objetivos claros e definidos, identificando-se as metas a serem alcançadas, os recursos necessários e as estratégias a serem adotadas. O planejamento deve ser detalhado e abordar todas as etapas subsequentes do ciclo (MACHADO, 2016).
- Fazer (*Do*): Na segunda etapa, o plano é executado conforme o estabelecido. Isso envolve a implementação das atividades planejadas, a coleta de dados relevantes e a execução de testes ou experimentos, se necessário. É importante documentar todas as ações realizadas e os resultados obtidos durante esta fase.
- Verificar (*Check*): Após a implementação do plano, é fundamental avaliar os resultados obtidos em relação aos objetivos estabelecidos. Nesta etapa, os dados coletados são analisados para verificar se as metas foram atingidas e se os processos estão funcionando conforme o esperado. É importante utilizar ferramentas estatísticas e outras técnicas de análise para validar os resultados (MACHADO, 2016).
- Agir (*Act*): Com base na análise dos resultados, nesta última etapa, são tomadas ações corretivas ou preventivas para melhorar o processo. Caso os objetivos tenham sido alcançados, são estabelecidos novos padrões e procedimentos para manter e aprimorar o desempenho. Caso contrário, são identificadas as causas dos desvios e implementadas ações para corrigi-los (MACHADO, 2016).

O aprendizado adquirido durante todo o ciclo PDCA é utilizado para alimentar o próximo ciclo, dando continuidade ao processo de melhoria contínua. A grande vantagem do ciclo PDCA é que ele fornece uma abordagem sistemática e estruturada para a resolução de problemas e aprimoramento dos processos. Ao repetir o ciclo várias vezes, a organização é capaz de aprender com suas experiências, evitando repetir erros e buscando constantemente a excelência (MACHADO, 2016).

O ciclo PDCA é amplamente utilizado em organizações de todos os setores e tamanhos, desde pequenas empresas até grandes corporações. Ele pode ser aplicado em diversas áreas, como produção, gestão de qualidade, desenvolvimento de produtos, atendimento ao cliente e muitas outras.

Apresenta-se também a ferramenta que é o Diagrama de Pareto, amplamente utilizada em várias áreas, como gestão da qualidade, resolução de problemas, gestão de projetos e tomada de decisões. Ele ajuda a direcionar os recursos e esforços para os problemas mais relevantes, resultando em melhorias efetivas e impacto positivo nos processos e resultados organizacionais (GITAHY JUNIOR, 2018).

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta essencial na metodologia Kaizen, que busca a melhoria contínua dos processos. Ele é um recurso gráfico utilizado para ordenar as causas de perdas que requerem solução. Criado pelo economista italiano Vilfredo Pareto em 1897 para analisar a distribuição de riquezas em seu país, o diagrama baseia-se no princípio de que poucos elementos são responsáveis pela maioria das perdas. Cerca de 20% das causas resultam em 80% das perdas (SANTOS, 2019). Seu objetivo é proporcionar uma visualização clara das prioridades, permitindo que os esforços se concentrem nas causas mais relevantes que demandam atenção.

Outra ferramenta frequentemente utilizada, é o Diagrama de Ishikawa ou Diagrama



de Espinha de Peixe, conhecido como Diagrama de Causa e Efeito. Essa ferramenta foi criada na década de 1940 por Kaoru Ishikawa, um especialista japonês. Atualmente, seu principal objetivo é identificar problemas e suas causas no contexto da melhoria contínua e controle de qualidade (SANTOS, 2019). Segundo Costa (2019), essa ferramenta desempenha um papel crucial na identificação das causas de um problema específico em um processo, permitindo uma análise abrangente e a exploração de todas as suas causas.

A técnica dos Cinco Porquês é uma abordagem que visa identificar soluções para problemas, bem como sua causa raiz. É uma técnica de fácil aplicação que encoraja as pessoas a questionarem o motivo de um problema pelo menos cinco vezes. Durante a implementação dessa técnica, pode ocorrer que os membros da equipe acreditem já ter as respostas para suas perguntas, o que pode indicar uma falta de aprofundamento nos problemas apresentados (MACHADO, 2016).

De acordo com Costa e Sousa (2017), o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta amplamente conhecida e utilizada para analisar as atividades realizadas ao longo de um processo, desde a aquisição da matéria-prima até a entrega final do produto. Os autores ressaltam que essa ferramenta simples pode ser facilmente empregada para melhorar o processo produtivo, bem como identificar e analisar perdas e desperdícios presentes no processo. Além disso, o Mapeamento do Fluxo de Valor possibilita a elaboração de estratégias adequadas para solucionar dificuldades e problemas relacionados ao processo.

Portanto, a implantação do Mapa de Fluxo de Valor na indústria de construção civil gera melhorias para os processos que a compõem, a fim de que os desperdícios sejam reduzidos. Dessa forma, é possível garantir índices de aperfeiçoamento e melhoria contínua, ideais para que as empresas envolvidas no ramo se desenvolvam e garantam seu espaço no mercado (FERREIRA, 2016).

o Histograma, tendo como definição o gráfico de colunas, que representa a quantidade de recursos por unidade de tempo, para se fazer uma determinada Atividade. Esta ferramenta é utilizada tanto para elaboração do cronograma, uma vez que fornece a base para calcular a duração de cada atividade, quanto para o orçamento. Por exemplo, na atividade de estrutura, são calculadas, através dos projetos, as quantidades de formas (em m²) e de aço (em kg), necessárias para executar um pavimento (CUNHA, 2021).

A ferramenta conhecida como Diagrama de Dispersão é uma ferramenta de controle e qualidade cujo objetivo principal é demonstrar a relação que existe entre as duas variáveis e o impacto que uma exerce sobre a outra, o que permite que seja identificada relação de efeito e causa entre ambas. A relação entre duas variáveis pode ser positiva ou negativa. Positiva quando o aumento de uma variável influencia no aumento da outra, e negativa, quando o aumento faz com que a outra variável decresça. Na correlação negativa, à medida em que os valores de x aumentam, os de y decrescem. Já na correlação positiva, à medida que x aumenta, y também. Quando não há correlação, as variáveis não se associam e não existe qualquer padrão (COSTA *et al.*, 2019).

Observou-se, portanto, que o planejamento na gestão é de fundamental importância para o desenvolvimento positivo e crescente de um negócio, seja ele qual for. Na construção civil este planejamento deve ser bem elaborado, pois o transcorrer da obra requer que o máximo de desperdício seja eliminado para possibilitar melhoria nos custos e assim o ganho ser viável tanto para o empresário quanto para o consumidor. A escolha de uma ferramenta depende de breve estudo para a qual será aplicada, o importante é saber que as possibilidades de perdas e crescimento dos negócios são possíveis com a aplicação de uma das ferramentas apresentadas.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a importância da gestão de projetos para o planejamento e controle de obras da construção civil, ou seja, a gestão de projetos nas empresas de construção. Para alcançar tal objetivo, definiu-se primeiramente o conceito de gestão. A abordagem desses conceitos permitiu estabelecer um conjunto de práticas relacionadas a gestão em um canteiro de obras. O processo da tomada de decisão para escolha do método a ser utilizado foi pautado sobre as melhores práticas apresentadas por autores da literatura especializada

Portanto, ao se conhecer a rotina de projeto praticada dentro da construção civil visualiza-se um conjunto para execução de uma obra, que demonstra tanto cenário quanto o método a ser aplicado. Além dos muitos fatores influenciadores como o mercado competitivo e as relações com os empregados e gestor do planejamento. Assim sendo, o uso da ferramenta de planejamento dentro da gestão de projetos na construção civil é positivo para que haja um fluxo de controle das obras destacando-se quais são as falhas que podem ocorrer neste processo contínuo e flexível à inovação do mercado da construção civil.

Dessa maneira, o problema de pesquisa apresentado no artigo buscou apresentar as ferramentas para definir uma boa gestão do planejamento. Assim, acredita-se que a ferramenta proposta no texto seja eficiente, porém é preciso destacar que cada planejamento é específico e deve-se aplicar a ferramenta que melhor convier. Para trabalhos futuros, ressalta-se continuar as pesquisas para que possam contribuir para o esclarecimento da necessidade e importância de um bom planejamento.

Referências

- ALMEIDA, Marcelo Cavalcante. **Auditoria: um curso moderno e completo**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- ARANTES, N. **Sistema de gestão empresarial: conceito permanente na administração de empresas válidas**. São Paulo: Atlas, 2019.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- BARCELLOS, Marta. **O futuro chegou na supply chain: Valor Econômico**, São Paulo. 2015.
- COSTA Almeida, Lucas *et al.* BPMN e ferramentas da qualidade para melhoria de processos: um estudo de caso. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 4, p. 156, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/SergioAugustoSalles/publication/335567573_BPMN_e_ferramentas_da_qualidade_para_melhoria_de_processos_um_estudo_de_caso/links/5d6d4e74a6fdcc547d75094f/BPMN-e-ferramentas-da-qualidade-para-melhoria-de-processos-um-estudo-de-caso.pdf. Acesso em: 10 maio. 2023.
- COSTA, Breno Willian de Castro; SOUZA, Flávia Aparecida. Análise do programa 5S e das aplicações da ferramenta da qualidade por alunos de Engenharia de Produção. **Anais do IX SIMPROD**, 2017. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&scioq=Gepros%3A+Gest%C3%A3o+da+Produ%C3%A7%C3%A3o%2C+Opera%C3%A7%C3%B5es+e+Sistemas%2C+v.+14%2C+n.+4%2C+p.+156%2C+2019.&q=COSTA%2C+Breno+Willian+de+Castro%3B+SOUZA%2C+Fl%C3%A1via+Aparecida.+An%C3%A1lise+do+programa+5S+e+das+aplica%C3%A7%C3%B5es+da+ferramenta+da+qualidade+por+alunos+de+Engenharia+de+Produ%C3%A7%C3%A3o.+Anais+do+IX+SIMPROD%2C+2017.&btnG=. Acesso em 10 de maio 2023
- COSTA, Marcela Avelina Bataghin; GIANEI, Mariana; BATAGHIN, Fernando Antonio. Identificando problemas de rotatividade de pessoal através de ferramentas da qualidade. **Revista de Empreendedorismo e Inovação Sustentáveis**, v. 4, n. 3, p. 50-61, 2019. Disponível em : <https://revistas.unoeste.br/index.php/cs/article/view/2062/2845>. Acesso em :10 maio 2023.
- CUNHA, Gustavo Ciriaco. **Planejamento e controle de obras verticais**. 2021. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2770/1/TCC%20%20%20Gustavo%20Ciriaco_Vers%C3%A3o%20final%20-%20Corrigido.pdf. Acesso em :19 maio 2023.



DIAS, Ana Tereza Mondego. **Planejamento Estratégico e Orçamentário**. Faculdade Laboro.SãoLuís.2022. Disponível em: <http://repositorio.laboro.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/588/1/Ana%20Thereza%20.docx.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2023.

FERREIRA, Juliana Cristina. **A aplicação do mapeamento de fluxo de valor na construção de um empreendimento residencial predial**. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_226_323_28888.pdf. Acesso em: 18 de maio 2023.

GITAHY JUNIOR, Ailton Lannes *et al.* **Uma abordagem sobre a gestão do tempo e as ferramentas de planejamento e controle na construção civil**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/245242>. Acesso em: 10 maio. 2023.

MATIAS-PEREIRA. **Manual de Gestão Pública contemporânea**. São Paulo, 2009. Editora Atlas. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20293/1/LuisAlvesDaN%c3%b3regaNeto_Dissert.pdf. Acesso em: 9 maio. 2023.

NOGUEIRA FILHO, Antonio Gil; ANDRADE, Bruno da Silva. Planejamento e controle em obras verticais. **Mono-grafia**. Universidade da Amazônia - UNAMA/ CCET. Belém. 2010. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=NOGUEIRA+FILHO%2C+Antonio+Gil.%3B+ANDRADE%2C+Bruno+da+Silva.+Planejamento+e+controle+em+obras+verticais.+Monografia.+&btnG=. Acesso em: 20 abr. 2023.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman,2007.Disponível em:https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6363/3/CM_COECI_2016_1_04.pdf. Acesso em: 9 maio. 2023.

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da qualidade**. 2016. Disponível em: https://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_gest_qual.pdf. Acesso em: 18 maio. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisas, elaboração análise e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 2.ed.-São Paulo: Oficina de textos 2019. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-PT&as_sdt=0%2C5&q=MATTOS%2C+Aldo+D%C3%B3rea%2C+Planejamento+e+controle+de+obras.+2.ed.-S%C3%A3o+Paulo%3A+Oficina+de+textos+2019&btnG=. Acesso em: 22 abr. 2023.

PIRES, Daniel Lage. **Aplicação de técnicas de controle e planejamento em edificações**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/113.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2023.

ROLIM, Pedro Henrique Pires de Sá. **Desenvolvimento de revisão bibliográfica sobre gestão de práticas da construção e análise de estudo de caso**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24963>. Acesso em: 01 mar. 2023.

SANTOS, Paulo Franklin Tavares et al. Exploração de depósitos de patentes relacionados a área da ferramenta de qualidade FTA. **Anais do XI SIMPROD**, 2019.Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/12565>. Acesso em: 23 abr. 2023.

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. **Planejamento e controle de obras**. Universidade Federal da Bahia, Salvador - 2011. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Planejamento%20e%20Controle%20de%20Obras%20-%20Marize%20Silva.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.

12

**PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO: APLICAÇÕES
EM PATOLOGIAS CAUSADAS POR UMIDADE EM
EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

**WATERPROOFING PROCESS: APPLICATIONS IN PATHOLOGIES CAUSED
BY HUMIDITY IN RESIDENTIAL BUILDINGS**

Antônio Eudes Sousa Pereira¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Os procedimentos de impermeabilização são essenciais para a durabilidade da estrutura, haja vista que a água é poderosa agente de deterioração em vários materiais de construção. Caso estas complicações patológicas não sejam exatamente analisadas, tem-se como a previsão a diminuição da atuação e da vida útil da edificação. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo identificar os principais tipos de patologias resultantes de umidade em edificações residenciais, suas causas e seus efeitos, e as possíveis correções preventivas e corretivas por meio do sistema de impermeabilização. A metodologia fundamenta-se em uma revisão de literatura sistêmica acerca de produções científicas que descrevem sobre a temática. Tendo em vista esse contexto, conclui-se que a impermeabilização é fundamental na fase de uma construção e não deve ser desprezada, podendo ser antecipada em projeto e por um técnico capacitado que possa recomendar a melhor maneira, desempenhando de modo correto e inspecionar o serviço.

Palavras-chave: Umidade. Patologia. Impermeabilização. Métodos. Tratamento.

Abstract

Waterproofing procedures are essential for the durability of the structure, given that water is a powerful agent of deterioration in various building materials. If these pathological complications are not exactly analyzed, a decrease in the performance and useful life of the building is predicted. In this sense, the present work aims to identify the main types of pathologies resulting from humidity in residential buildings, their causes and effects, and the possible preventive and corrective corrections through the waterproofing system. The methodology is based on a systemic literature review about scientific productions that describe the theme. In view of this context, it is concluded that waterproofing is fundamental in the construction phase and should not be neglected, and can be anticipated in the project and by a trained technician who can recommend the best way, performing correctly and inspecting the service.

Keywords: Humidity. Pathology. Waterproofing. Methods. Treatment.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos principais elementos responsáveis pela degradação da maior parte da construção civil e seus efeitos refletem em diversas manifestações patológicas como por exemplo as manchas, a corrosão, os mofos, entre outras. O processo de impermeabilização é uma maneira de proteção para o ambiente em que se habita das ações da umidade e esse processo resume como uma barreira física que impede a passagem de fluidos.

Esse recurso natural abundante e essencial para a existência da vida na Terra manifesta-se como inimiga das edificações por meio da umidade causando manifestações patológicas de diversas naturezas, exemplifica-se então, a umidade por infiltração, por condensação, acidental, ascensional e de construção que são causadores de patologias, prevenidas pela impermeabilização, assunto analisado neste trabalho.

Diante desse contexto, justifica-se que esse trabalho irá abordar a manifestação patológica causada por umidade em edificações recorrente e precursora de grandes problemas, prejudicando a edificação e ocasionando prejuízos financeiros e descontentamento aos proprietários dos imóveis. Esses fatos justificam-se quanto é importante o processo de impermeabilização em obras.

Nota-se que a umidade nas residências é um problema de ordem patológica, ocasionando manchas, fissuras, bolhas, odor, desconforto e prejuízos econômicos, que, muitas das vezes, leva a uma série de consequência de problemas estruturais. Portanto, a questão que orienta essa pesquisa é: Quais são as soluções para esse tipo de patologia causada por umidade?

No objetivo geral do presente estudo foi identificar os principais tipos de patologias resultantes de umidade em edificações residenciais, suas causas e seus efeitos, e as possíveis correções preventivas e corretivas por meio do sistema de impermeabilização. Além dos objetivos específicos, que foram: apresentar as manifestações patológicas causadas pela umidade; identificar o sistema de impermeabilização e apresentar o tratamento correto através da impermeabilização.

Diante do exposto o trabalho encontra-se dividida em três capítulos. No primeiro capítulo discorre-se as manifestações patológicas nas edificações pois propõe compreender de que maneira as patologias apresentam problemas recorrentes nas construções. No segundo capítulo aborda-se sobre as características do sistema de impermeabilização e suas patologias sendo fundamentais para garantir que a edificação tenha sua vida útil atendida. No terceiro capítulo aborda-se sobre as formas de prevenção e correção de patologias associadas a umidade nas edificações.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Eletrônica de Engenharia (REEC), 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 2008 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos quinze anos, na língua portuguesa.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manifestações patológicas nas edificações residenciais

Este primeiro capítulo propõe-se a compreender de que maneira as manifestações patológicas apresentam problemas recorrentes nas construções, sendo um elemento introdutório para compreensão dos capítulos posteriores. Gaklik (2012) comenta que estudar as manifestações patológicas leva ao entendimento dos fatores e mecanismos responsáveis pela deterioração de edificações, possibilitando conhecimento indispensável diante dos danos verificados.

A umidade nas edificações está sempre ligada à infiltração de fluidos, mas comumente a água, nas estruturas. Diante das intempéries e formas como a água percola nos materiais porosos na construção civil, torna-se necessário estudo na área, de modo, a entender como ocorre os processos de infiltração, quais as patologias associadas e consequências para que possa evitar e, quando já dizimada, possa corrigir tais manifestações (BAUER-MANN, 2018).

A maior parte das manifestações patológicas, irão apresentar externamente características próprias, sendo possível a partir dessa identificação, inferir a natureza, origem e mecanismos dos fenômenos envolvidos, desta forma, é possível estimar suas consequências (OLIVEIRA, 2013).

As patologias, em sua grande parte, surgem de projetos mal elaborados e construções mal executadas, erros corriqueiros aliados à mão de obras deficientes, fazendo necessário assim, a restauração da estrutura danificada (MARTINS, 2016).

Segundo Souza (2008) aborda que, possuir o conhecimento das etapas de construção e a forma correta como elas devem ser executadas diminui o risco de tais problemas surgirem no futuro, no entanto, é imprescindível a presença do profissional engenheiro na execução do projeto.

A umidade relacionada à fase de execução da obra é normal e indispensável para obtenção da coesão necessária das argamassas, compactação do solo e demais materiais de construção. No entanto, esta umidade evapora em um período médio de até seis meses, sendo despreocupante e desconsiderado em projetos (SOUZA, 2008).

Do ponto de vista de Silva e Sales (2013) a umidade ocorrida pelas precipitações deve-se a infiltração das águas da chuva em algum ponto da edificação. As causas que interferem diretamente são a intensidade da chuva, bem como a velocidade e direção do vento e características da edificação. Essa infiltração ocorre, geralmente, por coberturas, alvenarias e lajes, em geral.

A capilaridade é descrita por Souza (2010) como a umidade do solo úmido que ascende para estrutura por canais capilares. Trata-se de uma propriedade física em que os fluidos tendem a subir em canais muito finos. Acontece, geralmente, nas vigas Baldrames e passa para a alvenaria por falta de barreiras (impermeabilização), tornando o meio propício para ocorrência de manifestações.

A condensação por umidade está ligada ao vapor de água que se condensa no interior da edificação. Diferente da infiltração, o meio líquido já se encontra no ambiente onde se deposita nas superfícies (SILVA; SALES, 2013). Está ligada a umidade do ar e por vapores de água em encontro a superfícies mais frias (HUSSEIN, 2013). Os locais mais favoráveis à condensação são os banheiros, cozinhas, áreas de serviço, saunas, devido à formação de vapores dos equipamentos utilizados e ocorrem em locais que a ventilação é precária (BAUERMAN, 2018).

A higroscopicidade está relacionada à capacidade de alguns materiais absorverem umidade. Na construção Civil, materiais ricos em sais como nitratos, sulfatos, cloretos, carbonatos presentes na edificação e quando associados à água, são dissolvidos e deslocam-se para as superfícies (SANTOS et al., 2012). Ainda, quando na superfície, esses sais se cristalizam havendo mudanças de volume, o que causa a decomposição do material local. Em locais secos o fenômeno não ocorre, porém quando há umidade relativa do ar acima de 65% ou infiltração ocorre a absorção (SANTOS et al., 2012).

Os vazamentos por instalações hidráulicas podem acontecer nos mais diversos sistemas de uma edificação devido a falha onde ocorre a passagem de fluidos e vapores para as alvenarias. Suas causas podem originar de falhas de projetos e execução, bem como, funcionamento de instalações e entupimentos (SOUZA, 2008).

De acordo com Bauermann (2008), a eflorescência é uma das patologias relacionadas à umidade em edificações, são manchas de aspecto branco que altera a aparência, de forma negativa, das edificações. Segundo Souza (2008), a manifestação ocorre por depósito de sais salinos como metais alcalinos e alcalinos terrosos na superfície da edificação, quando exposto a umidade. Esses sais, na construção, são originados dos materiais de construção utilizados e que, para haver ocorrência, são necessários três fatores simultaneamente: presença de sais nos insumos de construção, água e pressão hidrostática.

A água, quando em contato com os sais, dissolve-os carregando para as superfícies onde se evaporam e cristalizam (HUSSEIN, 2013). Se esse fenômeno para a superfície e não houver o carregamento dos grãos (lixiviação), o maior problema será somente a estética (BRANDÃO, 2015).

De acordo com Ferraz (2016), o mofo e o bolor são patologias causadas por fungos que deterioram os locais afetados, ocorrendo, geralmente, em ambientes úmidos e sujeitos a infiltração. É caracterizado por manchas escuras ou esverdeado e a deterioração das superfícies (CASTRO; MARTINS, 2014). Esta manifestação é a consequência da formação e proliferação de micro-organismos chamados de fungos (SOUZA, 2008).

Quando a patologia cresce, formam-se colônias de fungos (manchas esverdeadas ou escuras) que se alimentam de materiais orgânicos, levando a área afetada a degradação (MACEDO et al., 2017). Muitas das vezes, as alterações causadas pelos fungos são tamanhas que, para realizar o reparo da estrutura é necessário a substituição de alvenarias e revestimentos, onerando, gradativamente, os proprietários (RIGHI, 2009).

As fissuras e trincas em uma edificação podem ser entendidas como a ruptura do material que ocorre por ação mecânica ou físico-química (GONÇALVES, 2015). A diferença entre elas é somente o tamanho da fenda, sendo as trincas, a evolução das fissuras. Podem ter origem de higroscopia, sobrecargas, recalques de fundações, movimentação térmica, entre outras (BAUERMAN, 2018).

2.2 Características do sistema de impermeabilização e suas patologias

Este capítulo dedica-se a discutir sobre as características do sistema de impermeabilização que são fundamentais para garantir que a edificação tenha sua vida útil atendida. Barbosa (2018) comenta que muitas vezes a impermeabilização não é tratada com a importância que deveria, gerando problemas em sua execução ou até mesmo a ausência de impermeabilização em locais que deveriam ser impermeabilizados, criando, assim, potenciais causas de futuros problemas para a construção.

Segundo Resende (2000), a utilização de impermeabilizantes na era moderna está



relacionada às primeiras construções de concreto armado no início do século XX, os novos conceitos arquitetônicos estabeleceram estruturas mais esbeltas trabalhando mais à flexão, isso fez com que surgisse a necessidade de novas técnicas de impermeabilização para que o material utilizado fosse capaz de absorver movimentações estruturais. Nesse contexto, por volta de 1930, foram desenvolvidas as primeiras emulsões asfálticas para impermeabilização, utilizadas até o dia de hoje (MORAES, 2002).

Segundo o IBI (2017) a impermeabilização é uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de um imóvel contra ação de águas que podem ser de chuva, de lavagem, de banhos ou de outras origens. Dessa forma, o ato de impermeabilizar está atrelado a proteção dos materiais contra a ação deteriorante da água, sendo aplicado sobre este um outro material, o impermeabilizante, com objetivo de formar uma barreira contra a umidade.

Segundo Righi (2009) a impermeabilização é uma das principais etapas da construção, sendo necessário ser empregado nos diversos elementos das edificações sujeitos a intempéries um eficiente sistema de impermeabilização com o objetivo de proteger a construção de inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração da água associada a presença de outros elementos agressivos aos materiais. Assim, a vida útil da construção possui dependência direta de uma impermeabilização eficiente.

A água é um dos maiores causadores de patologia, de forma direta ou indireta, quer se encontre no estado de gelo, no líquido ou mesmo enquanto vapor de água. Pode ser vista como um agente de degradação ou como meio para a instalação de outros agentes (QUERUZ, 2007).

A umidade de precipitação, também conhecida por umidade por infiltração, está relacionada principalmente com a água de chuva que penetra na edificação através das fachadas (RODRIGUES, 2014). Segundo Righi (2009) é a umidade que passa da área externa para a interna por pequenas trincas, pela capacidade de certos materiais de absorverem a umidade do ar e até por falhas de elementos construtivos como portas e janelas.

A umidade passa das áreas externas às internas por pequenas trincas, pela alta capacidade dos materiais absorverem a umidade do ar ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de parede e portas ou janelas. Em geral, é ocasionada pela água da chuva e, se combinada com o vento, pode agravar a infiltração com o aumento da pressão de infiltração (RIGHI, 2009).

Na umidade capilar ou ascensorial o mecanismo de umidade ascendente se dá pelo contato direto do material de construção com umidade, muito comum em fachadas e regiões que estão em contato direto com o solo úmido. Nesses casos, a água penetra pelos canais capilares existentes no material de construção por meio da tensão superficial. Caso não seja eliminada por ventilação, a água alojada tende a ser transportada para cima, através da capilaridade (SOUZA, PASCOAL; BOASQUIVES, 2011).

A capilaridade é descrita por Souza (2010) como a umidade do solo úmido que ascende para estrutura por canais capilares. Trata-se de uma propriedade física em que os fluidos tendem a subir em canais muito finos. Acontece, geralmente, nas vigas Baldrames e passa para a alvenaria por falta de barreiras (impermeabilização), tornando o meio propício para ocorrência de manifestações.

A umidade por condensação segundo Alves (2017) a água se encontra dentro do ambiente, em forma de vapor, e quando em contato com as estruturas, como paredes, teto e vidros, condensa-se formando gotículas d'água e, conseqüentemente, acúmulo de umidade. Na umidade por condensação, a evaporação de água degrada o local, por exemplo,

a água que sai quente do chuveiro e produz um vapor, que adere às estruturas, condensa formando gotas de água e degrada a estrutura. Logo, o estudo do ambiente é de suma importância para definir como esta ação da água pode ser evitada.

A umidade por percolação é determinada a partir da passagem de água, que atravessa um meio, capaz de encharcar uma estrutura inteira (VERÇOSA, 2000).

A percolação é a travessia da água por um material de poros. A água em contato com uma estrutura, encharca os poros dessa estrutura e passa para o outro lado formando umidade excessiva. Esse fenômeno pode ser visto em paredes nas quais quando em contato com água em excesso, em fachadas e coberturas, em excesso, é sugada pela parede e transportada ao outro lado (BELÉM, 2011).

A umidade de construção é utilizada para caracterizar a umidade que ficou interna aos materiais, por ocasião, em geral, de sua execução, e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente (QUERUZ, 2007). Ou seja, é a quantidade de água presente na edificação após a conclusão das atividades de obra. Assim, segundo Schönardie (2009) diversos aspectos da umidade na construção devem ser observados e afirma que é normal que a água de assentamento de pisos manche as paredes durante uns seis meses após a aplicação; é normal que o capeamento de parques com resinas sintéticas impermeáveis retenha a água das argamassas por muitos meses, podendo levar até o apodrecimento, descolamento e, mais comumente, ao fissuramento do verniz.

Segundo a NBR 9575 da Associação Brasileira de Normas Técnicas a impermeabilização flexível é o conjunto de matérias ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo (ABNT, 2010). Ou seja, esse tipo de sistema é capaz de absorver deformações sem apresentar fissuras, rasgamentos e outras falhas. A elasticidade desses produtos faz com que eles sejam mais indicados para estruturas sujeitas a movimentações, vibrações, insolação e variações térmicas. Portanto, são mais usados em lajes, banheiros, cozinhas, terraços e reservatórios elevados (FERREIRA, 2012).

De acordo com a Norma Brasileira 9575/2010 a impermeabilização aderida é o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis às partes construtivas, totalmente aderidos ao substrato (ABNT, 2010). A principal vantagem deste sistema é a facilidade de identificação de um vazamento decorrente de dano causado após a aplicação ou falha de execução haja vista que a água não percola para longe do local danificado (TORRES, 2016).

2.3 Formas de prevenção e correção de patologias associada a umidade nas edificações

A escolha dos materiais a serem empregados na impermeabilização depende de um projeto que detalhe as características da edificação, bem como critérios técnicos da escolha mais adequada. Muitos são os produtos disponíveis no mercado, cada qual com faixas de desempenho e diferentes moldes de aplicação (GRANATO, 2013).

A Norma Brasileira 9574/2008 orienta os procedimentos quanto à impermeabilização de ralos, tubulações, rodapés, entre outros. Devido à má aderência entre a argamassa e tubulações de PVC, quando em utilização, ocorrem vazamentos, nesses pontos (ABNT, 2008).

As calhas são aparelhos destinados a coletar águas das chuvas para proteção das edificações. Favaro (2017) cita as funções da utilização de calhas são coletar e direcionar as



águas das chuvas para locais apropriados, evitando assim, alagamento do lote, proteção de calçadas e reboco de paredes externas e proteção de beirais.

Rufos são materiais utilizados na construção civil para desviar as águas e proteger as estruturas contra infiltrações. São fabricados, geralmente, de aço galvanizado e são utilizados em encontros de paredes, telhados, na parte superior de muros, platibandas e peitoris (SOUZA, 2008). A falta destes elementos nas edificações favorece a infiltração de água e causam prejuízos.

A pintura nas edificações possui além da importância estética, a de proteção. É uma fina camada de um revestimento sobre um substrato que forma uma substância líquida que ajuda a proteger as superfícies aplicadas. Segundo Alves (2010), apresenta características de controle de luminosidade, é isolante térmico, proteção de revestimentos de argamassa e impermeabilizante. Em sua literatura, cita três fatores importantes para que não ocorram patologias referentes à pintura de muros, platibandas e peitoris (SOUZA, 2008). A falta destes elementos nas edificações favorece a infiltração de água e causam prejuízos.

A tinta PVA (Acetado de Polivinila é uma tinta à base d'água que oferece maior qualidade para ambientes externos. Apresenta elevada resistência na abertura de fissuras e a radiação solar. Dificulta a proliferação de mofos e podem ser aplicados por quase todo tipo de Superfícies (POLITO, 2006). De acordo com Alves (2010), as tintas PVA são duráveis e possuem alto rendimento por m², sendo seu aspecto fosco aveludado. Podem ser utilizadas em ambientes internos e externos sendo preciso o uso de um fundo preparador ou selador, primeiramente.

As tintas a óleo podem são indicadas para superfícies internas ou externas. Como nos esmaltes, possuem acabamento que vai do acetinado ao fosco. Têm um bom rendimento, são impermeáveis e resistem bem a intempéries. No entanto, para áreas externas, devido a sua elasticidade pode haver alteração em sua aparência (ALVES, 2010).

Siqueira (2018) explica que a argamassa polimérica é um material biocomponente, ou seja, composto por dois materiais diferentes que devem ser misturados antes da aplicação, no caso um componente é em pó e o outro em forma de resina. De acordo com alguns fabricantes, define-se argamassa polimérica como uma argamassa de cimento modificada com polímeros, bicomponente, à base de cimento, agregados minerais inertes, polímeros acrílicos e aditivos. Segundo Righi (2009) o produto resiste a pressões positivas e negativas e permite pequenas movimentações da estrutura, e que a impermeabilização acontece pois forma-se um filme de polímeros que impede a infiltração do fluido e da granulometria fechada dos agregados que estão no substrato.

Oliveira (2013) cita que o cimento impermeabilizante de pega ultrarrápida é um produto para tamponamento de infiltrações e jorros de água sob pressão em subsolos, poços de elevadores, cortinas, galerias e outras estruturas que tenham infiltrações devido a lençóis freáticos, sendo uma solução temporárias, possibilitando que a impermeabilização permanente seja realizada corretamente.

Segundo Siqueira (2018) define que os cristalizantes são argamassas cimentícias com compostos químicos ativos que proporcionam a cristalização no concreto e por consequência a impermeabilização da estrutura. Este impermeabilizante podem ser utilizadas em estruturas que não tem movimentações, como por exemplo as estações de tratamento de água (ETA), reservatórios e pisos frios ou diretamente no próprio solo. Pode ser utilizado também como sistema auxiliar, potencializando a impermeabilização e com isso a durabilidade do concreto

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As edificações são dependentes aos procedimentos de deterioração natural que causa uma minimização no desempenho e um envolvimento de suas responsabilidades definidas na etapa do projeto, o que provoca uma diminuição da sua vida útil. E a partir dessa revisão bibliográfica realizada no desenvolvimento do presente trabalho foi possível obter um breve panorama sobre as patologias provocadas pela umidade em edificações.

Constatou-se que boa parte das ocorrências geradas nos mínimos detalhes, seja na etapa de elaboração do projeto, no andamento, revisão e precaução ou sendo a melhor alternativa, ou seja, adiantar o obstáculo na etapa do projeto é fundamental. A anomalia patológica gerada pela umidade é normal na área da construção civil e pode originar diversas irregularidades que contribui com custos altos em restauração e correção, que poderiam ser evitadas com procedimentos preventivos.

Verificou-se que o procedimento de impermeabilização para ser realizado com êxito, depende de vários motivos, desde o início de elaboração do projeto até a fase de precaução da edificação em toda sua vida útil. Qualquer distração pode representar um erro, e conforme a etapa em que tenha acontecido, será capaz de desvalorizar o trabalho do projetista e do construtor e trazendo prejuízo para o consumidor final, ou a todos, se alternativa planejada não for a mais correta para a condição.

Nesse sentido se faz necessário o estudo dos diversos métodos de reparação em impermeabilização, com a finalidade de cessar a deterioração da estrutura e de impedir com que os gastos sejam maiores relativos à utilização de métodos errado para a recuperação. Além disso, a pesquisa pode colaborar com o avanço de ideias tecnológicas para que haja a diminuição de gastos e de deficiência técnica.

Concluindo, a impermeabilização é fundamental na fase de uma construção e não deve ser desprezada, podendo ser antecipada em projeto e por um técnico capacitado que possa recomendar a melhor maneira, desempenhando de modo correto e inspecionar o serviço. Se isso não prevalecer, será mais incômodo desempenhar a impermeabilização e os prováveis consertos que será necessário, além de causar danos aos clientes da edificação.

Referência

ALVES, Giovane Pereira. **Sistemas de pintura em edifícios públicos de Maringá: Patologias, processos, execução e recomendações**. 2010. 58 f. Monografia (Pós-graduação em Construção de Obras Públicas) - Universidade federal do Paraná. Maringá, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 2008. **Execução de Impermeabilização** – NBR 9574. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 2010. **Impermeabilização – Seleção e Projeto** – NBR 9575. Rio de Janeiro.

BARBOSA, Rafael Madeira Estevam. **Patologia da impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos**. 2018.106 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018

BAUERMANN, Gustavo Ferreira Sistemas de impermeabilizações (ênfase em manta asfáltica). **Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 5, n. 1, 2018.

BELÉM, José Marcondes de Freitas. **Umidade nas edificações: causas, consequências e medidas preventivas**. 2011. 38 f. Monografia (Grau de Tecnólogo em Construção Civil- Habilitação em Edifícios). Universidade Regional do Cariri -Juazeiro do Norte. Ceará, 2011.



BRANDÃO, Ana Maria Silva. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: Aspectos relativos ao projeto.** 1998. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estrutura) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015.

CASTRO, Maicon Dioni; MARTINS, Renato Martins. **Análise e soluções terapêuticas das manifestações patológicas de infiltração de um edifício de mais de 20 anos – Estudo de caso.** 2014. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

FAVARO, P. P. F. **Indicação das patologias relacionada às calhas com comparativo de dimensionamento utilizando a NBR 10844/1989 e a equação de chuva da cidade de Cuiabá-MT.** 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

FERRAZ, Barbara Thais Barbosa. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais - Estudo de caso.** 2016. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2016.

FERREIRA, Romário. **Conhecendo os impermeabilizantes.** 2012. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-osimpermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx>. (Acesso em 28 fev 2023).

GAKLIK, Emille Schmidt. **Jardim histórico do Palacete Dr. Astrogildo de Azevedo: mapeamento de manifestações patológicas e métodos de limpeza.** 2012. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** 2015. 151 f. Projeto (Graduação Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

GRANATO, A. P. M. B. **Procedimentos para antecipação dos problemas comuns, com soluções e dicas para manutenção e recuperação de edifícios.** São Paulo – SP. 2013. TCC. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

HUSSEIN, Jasmin Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR.** 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **O que é impermeabilização?** 2017 Disponível em: <http://ibibrasil.org.br/2017/10/17/o-que-e-impermeabilizacao/>. Acesso em 28. fev. 2023 às 08h12 min)

MACEDO, José Vitor; BATISTA, Pedro; LOPES, Pedro; SOUZA, Ruan; MONTEIRO, Eliana. Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: Estudo de caso. **Revista CONPAR Poli**, Recife, v.1, n.1, 2017.

MORAES, K. R. C. **Impermeabilização em lajes de cobertura: Levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil / Daniel Ferreira Oliveira –Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.**

POLITO, P. **Principais sistemas de pinturas e suas patologias.** Minas Gerais – MG. 2006. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

QUERUZ, Francisco. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria. 2007

REZENDE, Pedro Ivan de. **O prazo de garantia relativo à restauração do serviço de impermeabilização.** Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 7, São Paulo. 2000.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – Análise de casos.** 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul.

RODRIGUES, Júlio César Maciel. **Umidade ascendente em paredes internas: Avaliação de desempenho de bloqueadores químicos.** Trabalho de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande

do Sul – UFRGS, Porto Alegre. 2014

SANTOS et al., **Análise da impermeabilização em edificações**. 2012. Monografia. Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – UNIFEG, Guaxupé – MG.2012.

SCHÖNARDIE, Clayton Eduardo. **Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações**. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí.2009

SILVA, I. S.; SALES. J. C. **Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú** – UVA. João Pessoa – Paraíba, 2013.

SILVA, Isso de Sousa; SALES, Juscelino Chaves. **Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA**. João Pessoa – Paraíba, 2013.

SIQUEIRA, Vivian. **Impermeabilização em obras de construção civil: estudos de casos patologias e correções**.2018. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2018.

SOUZA, F.C., PASCOAL, I.R., BOASQUIVES, V.B. **Impermeabilização de lajes com uso de manta asfáltica: estudo de caso no tratamento de infiltração em laje de cobertura**. 2011. 116 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Vale do Rio Doce. Governador Valadares, 2011.

SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 68 f. Monografia (Especialização em Construção Civil: Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, Marcos Ferreira. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 53 f. Monografia (Especialista em construção civil) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

TORRES, Leandro. **Notas de aula da disciplina Técnicas das Construções**. UFRJ, Rio de Janeiro. 2016

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 2000. 172p



13

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

Mizael Martins Fajardo¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Com o aquecimento da área da construção civil nos últimos anos, no Brasil, somado a produção de resíduos no setor, temos como resultado um alto impacto ambiental. Diante desse contexto o presente trabalho teve como objetivo compreender a importância do uso do concreto reciclável como alternativa de sanar desperdícios de resíduos na construção civil. Trata-se de uma revisão de literatura utilizando método qualitativo e descritivo. Foi realizada pesquisa através de materiais já publicado na área da engenharia civil referente ao tema abordado, os dados foram extraídos de materiais do revistas eletrônicas, além de livros de bibliotecas universitárias sobre o tema abordado do idioma nacional e no período 2012 a 2022. Nos resultados observou-se que concreto reciclado pode vir ser uma alternativa na área da construção civil para contribuir com a preservação do meio ambiente. Pode-se concluir, então, a reciclagem de resíduos seria uma forma de diminuir os impactos que a construção civil tem na natureza

Palavras-chave: Construção Civil. Concreto. Reciclagem. Meio Ambiente.

Abstract

With the heating of the civil construction area in recent years in Brazil, added to the production of waste in the sector, we have a high environmental impact as a result. Given this context, the present work aimed to understand the importance of using recyclable concrete as an alternative to remedy waste in civil construction. This is a literature review using a qualitative and descriptive method. Research was carried out through materials already published in the area of civil engineering regarding the topic addressed, data were extracted from materials from electronic journals, in addition to books from university libraries on the topic addressed in the national language and in the period 2012 to 2022. In the results it was observed that recycled concrete can be an alternative in the area of civil construction to contribute to the preservation of the environment. It can therefore be concluded that waste recycling would be a way to reduce the impacts that civil construction has on nature.

Keywords: Civil Construction. Concrete. Recycling. Environment.



1. INTRODUÇÃO

Na indústria da construção civil geram milhares de metros cúbicos de objetos que serão descartados por mês, sendo que a maioria desses materiais que serão descartados, não tem o controle desses resíduos. Diante de tudo que está acontecendo no mundo, tem-se que reciclar os materiais, dando um novo fim a eles. Como na construção civil o que é gerado nas demolições, reformas e até mesmo em construções iniciais, deve-se melhorar os processos de reutilização dessas perdas em não gerar resíduos.

Os resíduos da construção civil podem ser constituídos de fragmentos de tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, argamassa, gessos, dentre outros. Com a Resolução 306 da Comissão de Meio Ambiente – CONAMA, tais resíduos foram classificados conforme classes, demonstrando resíduos que podem ser reutilizáveis ou reciclados para serem utilizados como agregados.

Diante desse contexto justifica-se este trabalho na busca em 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.

Nota-se 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. Portanto, a questão que orienta essa pesquisa é Como o processo de reciclagem dos resíduos da construção civil pode contribuir para a confecção de concreto?

No objetivo geral do presente estudo é compreender a importância do uso do concreto reciclável como alternativa de sanar desperdícios de resíduos na construção civil. Além dos objetivos específicos como conceituar os principais resíduos gerados pela construção civil; definir o processo de reciclagem de concreto. E por fim, avaliar as vantagens e desvantagens da utilização do concreto nas obras.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (Scielo), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2012 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 10 anos, na língua portuguesa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características dos resíduos gerados na construção civil

A indústria da construção civil é reconhecidamente como uma das atividades mais importantes para o crescimento econômico e social do país, mas ocasiona alterações na urbanização das cidades e diversos impactos no sistema ambiental, gerando grande quan-

tidade de resíduos.

O elevado consumo de matérias-primas está diretamente relacionado com a grande quantidade de desperdício de material que ocorre no projeto, a vida útil das estruturas construídas e as obras de acompanhamento e manutenção dos edifícios existentes (ZORDAN, 2017).

Nesse contexto, devido ao desenvolvimento econômico acelerado neste e à grande quantidade de resíduos sólidos gerados, é inevitável que os países incluídos e os países em desenvolvimento insistam em políticas de preservação e reciclagem de resíduos. O processo de gerenciamento de resíduos em canteiros de obras, a complexidade dos procedimentos de demolição e especialização na destinação e reutilização de resíduos da construção civil estão formando um ramo sólido e sólido da engenharia civil, atento à necessidade de usar recursos finitos com parcimônia e à necessidade de usar recursos evitáveis. O lixo sobrecarrega a natureza (CARNEIRO et al., 2012).

Os resíduos de construção e demolição é originado de obras de construção, reconstrução, demolição, reparos e preparação de terrenos. A resolução se baseia no princípio de não gerar lixo, e proíbe que esse resíduo não seja depositado em locais inapropriados.

A Resolução da Lei nº 10.257 de 2001 nº 307 de 2012, do Conselho Nacional do Meio Ambiente determina diretrizes, normas e procedimentos para o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos da construção civil, especificando as ações necessárias para minimizar o impacto ambiental (impacto), em consideração conta as políticas urbanas para o pleno desenvolvimento das funções sociais urbanas e da propriedade urbana (BRASIL, 2012).

De acordo com o artigo 3º da Resolução nº307, os resíduos da construção civil deverão ser classificados da seguinte forma:

I - 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 infra-estrutura, 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;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - 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;

IV - 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 (BRASIL, 2012, p.56).

A Lei do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 10.257 de 2001 nº 307 de 2012 determina diretrizes, normas e procedimentos para o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos da construção civil, especificando as ações necessárias para minimizar o impacto ambiental (impacto), em consideração conta as políticas urbanas para o pleno desenvolvimento das funções sociais urbanas e da propriedade urbana (BRASIL,



2012).

De acordo com a Norma Brasileira 7500/2017 e a Resolução Conama nº 275/2012 estabelece que a identificação dos resíduos é utilizada para garantir a segregação no ponto de geração e deve constar nas embalagens, “contêineres”, locais de armazenamento e veículos de coleta interna e externa (ABNT, 2017; BRASIL, 2012).

Esta fase visa classificar, quantificar, indicar o método de identificação e segregação correta na origem dos resíduos gerados pela área/unidade/departamento da empresa. “A quantificação dos resíduos será pesada por 07 (sete) dias consecutivos, tomando-se médias avançadas e adultas.” (MEDEIROS, 2012).

A geração de resíduos na construção civil é de interesse dos profissionais da área, pois é um problema recorrente na rotina. O estudo cuidadoso do assunto deixa claro que a forma como a engenharia civil gerencia suas atividades é ineficaz, pois não se preocupa com um planejamento preventivo para redução de desperdícios.

A intensidade da geração de resíduos e a extensão de seu impacto nas áreas urbanas demonstraram claramente a necessidade de quebrar a ineficácia da gestão corretiva. A gestão do espaço urbano nas grandes e médias cidades já não suporta intervenções de emergência em curso e suporta respostas de geradores e coletores à falta de soluções (CARNEIRO et al., 2015, p.50).

Vale ressaltar que a indústria da construção civil utiliza grande quantidade de recursos naturais, o que tem despertado uma reflexão sobre o reaproveitamento e reciclagem de materiais e resíduos. “Estima-se que a construção civil utiliza entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade. No caso da madeira, aproximadamente 50% da colheita mundial é utilizada como material de construção” (JOHN, 2017, p. 23).

Vários fatores criaram fundamentalmente para a geração de resíduos. São eles: definição e detalhamento insuficientes de projetos de construção, estruturas, formas, luminárias, etc.; baixa qualidade de materiais e componentes de construção disponíveis no mercado; baixo nível de desenvolvimento da construção civil local; Mão de obra não qualificada; uso de construção ou demolição com tipos de técnicas, falta de procedimentos operacionais e controle de controle para implantação e fiscalização e falta de processos de reciclagem e reaproveitamento nos canteiros de obras.

2.2 A reciclagem do concreto da construção civil

O concreto é um material que contém na sua composição cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou cascalho). E também pode tornar as dosagens químicas melhorando as substâncias básicas (BASTOS, 2019). O concreto de cimento Portland é o material estrutural e de construção civil mais importante da atualidade. Embora seja o mais novo material utilizado na construção de estruturas, pode ser considerado uma das descobertas mais interessantes da história do desenvolvimento humano e de sua qualidade de vida (HELENE; ANDRADE, 2012).

O concreto simples é utilizado no processo de produção dos blocos de concreto, na perfuração de estacas, na construção de condutas, no cimento de pavimentos etc. (BOTELHO, 2016). O concreto armado é um material de construção do resultado do concreto simples e barras de aço, tendo uma aderência perfeita entre os dois materiais de forma a que juntos resistem às forças a que estão sujeitos. A utilização de armadura com concreto só é

possível pelos seguintes motivos: aço e concreto possuem quase o mesmo coeficiente de dilatação térmica; o concreto protege a armadura da proteção, garantindo a durabilidade da estrutura (SOUZA JÚNIOR, 2015).

No projeto de controle de qualidade do concreto, a resistência é substância geralmente específica porque é relativamente fácil de testar a resistência em comparação com os testes que envolvem outras propriedades. Além disso, acredita-se que muitas propriedades do concreto, como módulo de elasticidade, estanqueidade ou impermeabilidade e resistência ao intemperismo, incluindo água agressiva, estão relacionadas à resistência e, portanto, podem ser inferidas a partir de dados de resistência.

A resistência à resistência do concreto é muitas vezes maior do que outros tipos. Consequentemente, a maioria dos elementos de concreto são projetados para aproveitar a maior resistência à resistência do material. Embora na prática a maior parte do concreto seja tolerada simultaneamente a pressão combinada, a compreensão uniaxial é mais fácil de ser realizada em laboratório, e o teste de resistência à resistência de 28 dias do concreto é geralmente aceito como um indicador geral da resistência do concreto. (MEHTA; MONTEIRO, 2018).

O concreto agregado reciclado é uma produção a partir de resíduos triturados, que pode substituir parcialmente ou totalmente o agregado convencional. Como os agregados convencionais são derivados de agregados e areia lavada pelo rio têm pouca porosidade, a resistência ou durabilidade do concreto convencional é totalmente controlada pela porosidade (vazios) da argamassa. O agregado reciclado é mais poroso que os agregados de brita e areia natural.

Consequentemente, a resistência e durabilidade deste outro tipo de concreto é regida não só pela porosidade da massa de cimento, mas também pela porosidade do agregado, que facilmente pode ultrapassar os 10%. Portanto, a diferença essencial entre o concreto convencional e o concreto de agregado reciclado é a porosidade (ÂNGULO; FIGUEIREDO, 2018).

Para o processo de formação do concreto reciclado, são necessárias pedras e areias limpas (agregados reciclados), nesse processo não pode ocorrer mistura com materiais orgânicos. Durante o processo de fabricação, é necessária a mistura com água, analisando sempre a quantidade que vai ser depositada durante a formação do material, pois caso ocorra o excesso de água a resistência do material pode diminuir, e com a falta de água pode ocorrer o aparecimento de buracos e dificultar na trabalhabilidade do produto. A relação água-cimento na formação do concreto reciclado poderá sofrer um aumento devido à maior absorção de água pelos agregados cerâmicos. E as pedras que vão ser colocadas nas misturas devem ser umedecidas caso sejam muito expostas à luz solar.

Segundo o consultor de gestão de resíduos da construção, Tarcísio de Paula Pinto (2019), é necessária uma adição de até 25% de agregado reciclado no agregado normal para que essa mistura não influencie na qualidade do produto.

- Dosagem: Análise da quantidade de material que vai ser utilizado durante o processo de reciclagem.
- Mistura: objetivo é deixar o material uniforme.
- Transporte: levar o material para o local de construção, ou que vai ser aplicado.
- Lançamento: Aplicação do concreto, o endurecimento dura aproximadamente 4 horas, após a colocação de água.
- Adensamento: Retirada do excesso de massa colocada, para facilitação do endure-



cimento e o aumento de sua resistência.

- Cura: Medidas adotadas a fim de privar a perda de água (evaporação) pelo concreto nos primeiros dias, sendo essa imprescindível para a reação com o cimento (PINTO, 2019, p.23).

Para que o resíduo alcance a forma de agregados, ele deve passar por um processo de britagem, que reduz o tamanho de suas partículas. Segundo Levy (2021), 75% do concreto é adquirido por agregados, que sobreviveram a resistência e prejudicaram a durabilidade e o desempenho estrutural do concreto.

Levy (2021) também afirmou que a composição da rocha britada depende da fonte de onde foi produzida e quando foi amostrada. Essa brita pode conter impurezas que podem danificar o concreto como: vidro, gesso, matéria orgânica, metais, pavimento asfáltico, cloretos que atravessam a resistência do concreto e podem causar trincas e revestimentos nas armaduras.

Na pesquisa de Leite (2019) mostra os registros do uso de alvenaria triturada para produzir concreto desde a época romana. Naquela época, uma mistura de argila, cinza vulcânica, lascas de cerâmica e massa de cal aglutinante era usada como camada de pavimentação, sobre a qual era aplicada a camada final de pavimentação.

O revestimento final dos agregados reciclados de piso possui características especiais que dependem muito do material que chega ao centro de beneficiamento e do tipo de processo nele utilizado, como tipo de britador, equipamento para geração de impurezas etc. (LEITE, 2019).

No entanto, com atenção à produção de agregados e concreto novo (seleção de resíduos, triagem e separação de poluentes, controle de qualidade, aplicação com procedimentos corretos), é possível obter o concreto reciclado adequado para vários serviços de construção, análise das condições de exposição e outras medidas preventivas).

Uma das substâncias mecânicas mais elásticas relacionadas à caracterização do concreto no estado duradouro é a resistência a resistência. Várias propriedades do concreto podem ser correlacionadas, como resistência à tração e à abrasão, bem como módulo de deformação longitudinal e resistência a resistência (ARAGÉO, 2017).

Todos os materiais que compõem o concreto produziram diretamente sua resistência e propriedades finais. O agregado é, portanto, também extremamente importante para uma análise dos cuidados das propriedades do concreto. Qualquer variação nos materiais constituintes do concreto merece um estudo sistemático, e isso vale também para os agregados reciclados, principalmente quando se considera que eles equivalem a 80% da mistura total (LEITE, 2019).

Aragão (2017) constatou em seu estudo que os valores de resistência à tração do concreto reciclado feito de materiais cerâmicos foram inferiores aos do concreto convencional. Levy (2021), o módulo de deformação longitudinal do concreto com agregado reciclado é menor que o do concreto com agregado natural, e quanto maior a resistência à resistência, maior essa diferença.

A origem dos resíduos da construção civil utilizada para a produção de agregados reciclados deve ser considerada um fator relevante, pois dependendo de sua origem, esses resíduos podem produzir agregados de formas completamente diferentes quando passam por um britador específico. Em condições exigidas, levam a um consumo de cimento extremamente elevado, tornando técnica e econômica inviável a produção de concretos com resistências superiores a 30 MPa (LEITE, 2019).

2.3 Vantagens e desvantagens da utilização do concreto reciclado da construção civil

A reciclagem pode ser compreendida como a reutilização de materiais descartados como “lixo” para a produção de novos materiais, permitindo que estes sejam reintroduzidos no ciclo produtivo (BALLISTA, 2013). Essa prática está associada a muitas vantagens, uma vez que pode resultar na redução do volume de extração de matérias-primas, permitindo a preservação dos recursos naturais, além de sanar grande parte do problema do descarte incorreto de resíduos nos vazios urbanos (LEITE, 2019).

Segundo Viera e Dal Molin (2014) outro fator positivo da reciclagem a ser destacado relaciona-se aos benefícios para empresas e construtoras, no que se refere ao ponto de vista financeiro, uma vez que a reutilização de materiais pode desencadear na redução dos custos produtivos

Segundo Neto (2015) o agregado é responsável por cerca de 60 a 80% do volume do concreto sendo grande a sua importância técnica e econômica na mistura, a definição mais aceita para agregado é um material granular, sem forma ou volumes definidos, de dimensões e propriedades adequadas às obras de engenharia, em particular ao fabrico de concreto e argamassas de cimento Portland.

Neville e Brooks (2013) afirmaram que aproximadamente $\frac{3}{4}$ do volume de concreto são ocupados pelos agregados, então é de se esperar que sua qualidade seja de grande importância. Os agregados não só limitam a resistência do concreto, como também suas propriedades afetam significativamente a durabilidade e o desempenho estrutural do concreto.

Nielsen et al. (2012) verificou que os agregados, ocupantes de aproximadamente 80% do volume da maioria dos concretos fabricados exercem influência nas propriedades do concreto tanto no estado fresco quanto na resistência final.

Muitas das propriedades mecânicas do concreto no estado fresco e endurecido sofrem influências das características do agregado, entre elas a porosidade, densidade, estabilidade, resistência mecânica, módulo de deformação etc. A densidade e resistência do agregado, que por sua vez depende mais das características físicas como volume, tamanho e distribuição dos poros que químicas do agregado (METHA; MONTEIRO, 2008).

Arndt et al (2007) mencionam que além disso, os agregados exercem forte influência sobre o consumo de água e cimento, influenciando diretamente o custo do concreto. realizaram testes com concretos similares variando a brita entre uma com forma lamelar e outra tendendo a ser mais cúbica e obteve resultados com diferença da ordem de 10% para o consumo de água a mais nos traços onde utilizou a brita lamelar.

Neville e Brooks (2013) relataram que, além dos requisitos físicos, não se deve esquecer o aspecto econômico, ou seja, o concreto deve ser produzido com materiais que possam ser produzidos com baixo custo. Eles indicam que os principais fatores que determinam a viabilidade econômica do agregado são: sua área superficial, visto que influencia a quantidade de água necessária para molhagem completa dos sólidos, o volume relativo ocupado pelo agregado, a trabalhabilidade da mistura, e a tendência de segregação.

Para Bernardo e Helene (2011) este tipo de análise é muito importante para todos os casos, pois uma dosagem eficiente é aquela que chega ao traço de concreto para suprir as necessidades técnicas ao menor custo possível. Em locais onde há situações específicas, como no caso do Norte do Brasil, onde o custo do agregado graúdo é elevado em comparação a outras regiões, esta análise é fundamental.



De acordo com Santana (2016) explica que a demanda por agregados alternativos aos de origem natural vem crescendo. Dentre esses se destacam as argilas expandidas (resultantes do cozimento de lodo oriundo do tratamento de esgotos ou material argiloso especialmente preparado para esse fim), as escórias de alto-forno ou aciaria (que se constituem em rejeitos de processos siderúrgicos), as areias de britagem (oriundas de rochas para a produção de agregados graúdos) e os resíduos da construção civil (RCC).

A Resolução CONAMA nº 307 menciona que a definição para os termos benéficos de uma ação é propor aos resíduos as operações de processos que tenham por finalidade dotá-lo de condições que seja utilizado como material reaproveitado. O aproveitamento dos RCD pode dispor de duas maneiras; reutilizável reaplicar um resíduo sem ser submetido em transformação e reciclar é o reaproveitamento de um resíduo após processo de transformação (BRASIL, 2012).

A reciclagem é uma excelente alternativa para a redução dos impactos ambientais negativos causados por esses resíduos. Essa alternativa apresenta vantagens em várias questões, como a redução das chances de deposição em locais inadequados, a contribuição na diminuição dos aterros e possibilita a diminuição de custos com a destinação (SANTANA, 2016).

Segundo Oliveira e Mendes (2008), os resíduos sólidos de construção civil apresentam problemas contundentes para o meio ambiente e a vida social, sendo a melhor alternativa conversora de matérias-primas em benefícios que podem ser reaproveitados em obras e obras de pavimentação.

Por se tratar também de uma questão de cunho social, tratar do impacto dos resíduos de construção e demolição no ambiente urbano deve ser considerado assunto de sábado para os poderes públicos responsáveis pela legislação, fiscalização e fiscalização das normas técnicas e regulamentares de estocagem e resíduos de resíduos nos centros urbanos.

Os resíduos sólidos de construção civil geram impactos ambientais, sociais e econômicos comprova nitidamente a necessidade de políticas públicas que estimulem a redução de resíduos, avaliem os impactos e apresentem benefícios ao setor da construção civil para que possam ser gerenciados de forma eficaz e garantindo uma postura ambientalmente correta (SANTOS, 2017, p.289).

Segundo Ribeiro (2014), o descarte de resíduos sólidos da construção civil pode trazer consequências para a gestão ambiental urbana, incluindo esgotamento prematuro de áreas de provisão final de resíduos, bloqueio de sistemas de drenagem urbana, destruição de fontes de água, sujeira em vias públicas, pragas de reprodução de insetos e roedores. Em suma, o resultado final deve ser um prejuízo aos cofres públicos.

Também deve ser considerado o impacto dos aterros construídos com entulho, que podem levar à contaminação do solo e do lençol freático. Essa realidade está ligada à descoberta de que os reservatórios naturais de agregados para pavimentação, concreto e outros usos estão cada vez mais escassos e distantes dos centros urbanos, levando a um aumento substancial no custo final das obras, pois estes são transportados por distâncias cada vez maiores de polímero.

Nesse entendimento, a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, representa um marco nesse sentido, pois regulamentação e previsões de definições relacionadas aos RCDs, atribuindo responsabilidades a geradores, transportadores. e ações necessárias para minimizar os impactos ambientais (SANTOS, 2017, p. 26).

Essa resolução tornou-se uma importante norma comprovada para promover a reutilização e a reciclagem dos RCD, pois foi o primeiro documento legal nacional a regulamentar o assunto. Antes de sua publicação, não havia instrumento que dispusesse o descarte de RCD.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou entender que através da elaboração deste estudo, a gestão dos resíduos da construção civil deve ser constante e principalmente em concordância com as normas específicas para cada resíduo, devendo os mesmos serem devidamente gerenciados, reciclados ou reutilizados.

Dessa forma, a reciclagem de resíduos seria uma forma de diminuir os impactos que a construção civil tem na natureza. Além de ser uma alternativa economicamente vantajosa, tanto para quem recicla e vende, já que é um processo com um custo baixo em relação ao lucro, como para quem compra o material reciclado, visto que seus resultados são semelhantes ou até superiores ao concreto convencional.

Observando esses resultados pode concluir que o concreto reciclado pode vir ser uma alternativa na área da construção civil para contribuir com a preservação do meio ambiente. Para que isso possa virar uma realidade é importante que no Brasil invista em pesquisas científicas sobre o caso e intensifique os estudos sobre durabilidade, trabalhabilidade, porosidade, resistência a tração, resistência de aderência e também sobre o custo com o gerenciamento de resíduos.

Referências

- ÂNGULO, Sérgio; FIGUEIREDO, Antônio. **Concreto: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo. IBRACON, 2018.
- ARAGÃO, Hélio. **Análise estrutural de lajes pré-moldadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição**. 2017. Dissertação (Mestrado em estruturas) – Programa de Pós-graduação em Engenharia civil. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, 2014.
- 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. 2013.
- BASTOS, Paulo Sérgio. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru. Universidade Estadual Paulista, 2019.
- BERNARDO, F. Tutikian, HELENE Paulo, “**Concreto: Ciência e Tecnologia**”, 1 ed., capítulo 12, São Paulo, Ibraccon, 2012.
- BOTELHO, M. H. C. **Concreto armado, eu te amo, para arquitetos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2016.
- BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2012**. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, 2012.
- CARNEIRO, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. **Alternativa Sustentável para destinação de resíduos classe A: avaliação da reciclagem em canteiros de obras**. Ambiente Construído, 2012.
- HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. **Concreto de cimento Portland**. IBRACON. São Paulo, 2012.
- JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2017. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2017.
- LEITE, Mônica. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre, Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Uni-



versidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

LEVY, Salomon Mony. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

MEDEIROS, Carlos. **Instruções para a Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS**, Centro de Recursos Ambientais CRA, 04/02/2012.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. IBRACON. São Paulo, 2018.

NETO, José da Costa Marques. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: Rima, 2005.

NEVILLE, A. M., 2000, **Propriedades do Concreto**. São Paulo, Editora Pini Ltda.

NEVILLE, A. M., BROOKS, J. J., **Tecnologia do Concreto** – tradução: Rui Alberto Cremonini – 2. Ed., Porto Alegre, Bookman, 2013.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 2019. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2019

SANTANA, Izáira Cunha. **Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos de construção e demolição em Conceição do Almeida- Ba**. 2016. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas- BA, 2016.

SOUZA JÚNIOR, T. F. **Estruturas de Concreto Armado**. 2015 Universidade Federal de Lavras. Disponível em <http://docente.ifrn.edu.br>. Acesso em 07.03.2023.

14

A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA MINIMIZAR O DESPERDÍCIO DE MATERIAIS

**THE IMPORTANCE OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT TO
MINIMIZE THE WASTE OF MATERIALS**

Máximo Sergio Leite Nogueira¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A indústria da construção civil é uma das atividades mais importantes para o crescimento e desenvolvimento do país. No entanto é um dos setores que mais degrada o meio ambiente, pela excessiva utilização dos recursos naturais não renováveis e a geração de resíduos. Diante desse contexto o objetivo geral compreender a importância do gerenciamento dos resíduos sólidos como alternativa de sanar desperdícios de resíduos na construção civil. A metodologia fundamenta-se em uma pesquisa de cunho qualitativo com pesquisa literária analisando as informações que foram coletadas. Conclui-se o descarte de entulho na construção civil ainda tem muito a progredir para que haja reduções significantes e que possa ser diminuído o impacto no meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos de Construção Civil; Construção civil; Meio ambiente.

Abstract

The civil construction industry is one of the most important activities for the growth and development of the country. However, it is one of the sectors that most degrades the environment, due to the excessive use of non-renewable natural resources and the generation of waste. Given this context, the general objective is to understand the importance of solid waste management as an alternative to remedy waste in civil construction. The methodology is based on a qualitative research with literary research analyzing the information that was collected. It is concluded that the disposal of rubble in civil construction still has a long way to go so that there are significant reductions and that the impact on the environment can be reduced.

Keywords: Construction Waste; Construction; Environment.

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil exerce uma posição de destaque na economia nacional, levada em conta expressiva parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país, diretamente ligada ao setor. Além da participação no PIB, o setor se destaca pela grande quantidade de mão de obra que emprega no país. Conforme o Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Estado de São Paulo, a cada 100 empregos diretos na construção civil, são gerados outros 285 postos de trabalho em atividades ligadas ao setor (ROTH; GARCIAS, 2019).

Para Da Silva et al. (2015) a sucessiva geração de resíduos sólidos decorrentes da construção civil, demolições e reformas vem exigindo cada vez mais soluções diversificadas de reduzir a quantidade de resíduos destinada aos aterros. Tem-se necessária, também, a utilização dos resíduos na criação de matérias-primas secundárias por meio de reciclagem, visando diminuir a quantidade de recursos naturais não-renováveis, e assim contribuir com o meio ambiente.

Assim a escolha desse tema demonstra-se de suma importância pois abordará sobre os impactos ocasionados pelos resíduos sólidos da construção civil. A construção civil é vista como um dos setores mais importantes do mundo, por assegurar o desenvolvimento econômico. Porém é o setor responsável pelo maior consumo dos recursos naturais, ocasionando uma série de prejuízos ao meio ambiente.

Dentro desse cenário, as inúmeras questões sobre os resíduos da construção civil que são compostos de vários tipos de materiais com seus referentes propriedades, caracterizando-os. Desta maneira não é possível generalizar esse material, mas sim classificá-lo e destiná-lo da maneira correta. Logo esse trabalho visa responder a seguinte questão: como o gerenciamento dos resíduos sólidos na construção civil pode contribuir para minimizar o desperdício de materiais?

Com base nesses questionamentos, a presente pesquisa teve como objetivo geral compreender a importância do gerenciamento dos resíduos sólidos como alternativa de sanar desperdícios de resíduos na construção civil. Enquanto os objetivos específicos são conceituar os resíduos gerados pela construção civil; identificar os impactos ambientais causados pelos resíduos de construção civil. E por fim definir o processo de reciclagem destacando vantagens e desvantagens da utilização dos materiais reciclados nas obras

Com base no que foi apresentado, busca-se ao longo desse estudo, encontrar respostas para tais inquietações expostas nessa pesquisa. A metodologia utilizada trata-se de uma revisão bibliográfica, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico, Revista Eletrônica de Engenharia Civil dentre outros, envolvendo a temática discutida. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2013 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos vinte anos, na língua portuguesa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características do Resíduos de Construção Civil

O setor da construção civil desempenha papel fundamental no desenvolvimento das



nações, porém, apesar de sua vital importância, é também uma das atividades humanas que mais consomem recursos naturais - estima-se que 40% ou 75% são consumidos pelo setor, resultando em uma grande quantidade de geração de resíduos. Só no Brasil, a construção civil gera 25% do total de resíduos (MATTES, 2019)

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, resíduos da construção civil (RCC) são: “resíduos gerados durante a construção, reforma, reparação e demolição de obras civis e de construção, incluindo os resíduos da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2013).

O artigo 2º da Lei 714/2017 informa que resíduos sólidos são os provenientes de construções tais como: argamassa; blocos cerâmicos; colas; compensados; concretos em geral; fiação elétrica. tijolos; gesso; metais; resinas; rochas; madeiras; forros; telhas; pavimento asfáltico; vidros; plásticos; solos; tintas; tubulações (BRASIL, 2017). Além disso, os resíduos podem ser classificados da seguinte forma, segundo o artigo 3º da mesma lei:

I - Categoria A - são resíduos reaproveitáveis ou recicláveis, tais como: b) construção, demolição, reforma e reparação de edificações: elementos cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, painéis de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) a fabricação e /ou processo de desmontagem de componentes pré-moldados de concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidos no canteiro de obras;

II - Categoria B - são os resíduos recicláveis destinados a outras destinações, como embalagens vazias de plástico, papel, papelão, metal, vidro, madeira, tinta arquitetônica e gesso; categoria

III - Categoria C - resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para valorização ou reciclagem; categoria

IV - Categoria D - resíduos perigosos gerados durante a construção, como tintas, solventes, óleos etc. - conter resíduos ou outros artigos e materiais nocivos à saúde (BRASIL, 2017, p. 56).

A indústria da construção civil possui características próprias, cujo principal aspecto é a grande quantidade de resíduos gerados e o enorme impacto ao meio ambiente causado pela geração de resíduos e consumo de matéria-prima. A maioria dos profissionais da construção civil desconhece o volume de resíduos sólidos gerados pela demolição e construção civil e, ao se conscientizarem da poluição ambiental, não são informados sobre como descartar seletivamente os resíduos, por meio de manejo e triagem adequados, separação para reciclagem e/ou resíduos reaproveitados.

Diante da falta de alternativas para destinação ou disposição correta, os depósitos irregulares são comuns nos municípios brasileiros e levam ao desperdício de material valioso e a ações corretivas onerosas. No entanto, a formação de novos cenários traz consigo novas e significativas obrigações para todos os envolvidos nas redes de geração de resíduos sólidos. A importância e a imprescindibilidade do sequenciamento das questões relacionadas à gestão de resíduos sólidos têm levado à publicação de políticas públicas que estabelecem princípios, objetivos, ferramentas e diretrizes relacionadas ao tema (SÃO PAULO, 2018).

Em agosto de 2010, com o objetivo de organizar os meios em que o país lidava com o lixo, para o seu gerenciamento, o congresso nacional aprovou a lei nº 12.305/2013, que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Em 1999 ocorreu uma longa discussão devido o Projeto de Lei do Senado (PLS 354), iniciado pelo ex-senador Francisco Rollemberg,

tal discursão perdurou 20 anos até chegar ao texto da lei.

O dispositivo traz conceitos modernos como a responsabilidade compartilhada pelo prazo de validade dos produtos entre comerciantes, distribuidores, fabricantes, importadores, consumidores e poder público, sistemas logísticos inovadores prenciam procedimentos de retorno de resíduos sólidos para o setor comercial de montagem, provenientes de reaproveitamento (eletrônicos) ou descarte em um ambiente conveniente (baterias). É considerado o marco legal para a gestão de resíduos sólidos no país.

Em conformidade com Godoy (2013, p. 6), a PNRS é um meio que:

visa disciplinar o problema dos resíduos sólidos. Constrói todo um andaime que tem de suportar a reconstrução de tudo o que está relacionado com o setor, até agora muito disseminado na diversidade de entidades oficiais. A PNRS assenta teoricamente numa filosofia orientadora prática e coerente que deve servir de base ao planejamento e gestão setorial, que inclui como razão de ser a proteção do ambiente, dos seus recursos e das comunidades, tudo num quadro de ordenamento geograficamente sistemático e integrado

Essa lei direciona toda a legislação para as normas específicas aplicáveis aos resíduos sólidos no Brasil, pois estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa responsabilizar as empresas pelos seus resíduos, até sua destinação final. Além disso, identifica quais empresas devem desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos e para onde esses materiais serão enviados de acordo com o artigo 1º do Regulamento.

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2013, p.56).

Há também outras legislações subsidiárias regidas pela Lei 12.305/2013, embora a maioria dessas normas seja anterior à PNRS. A Lei 6.938/81 conhecida como Lei da Política Ambiental Nacional (PNMA) traz ordem e meios para manter, melhorar e restaurar a qualidade ambiental.

Os principais objetivos da PNMA são, manter o equilíbrio ecológico, administrar o uso dos recursos ambientais, proteger os ecossistemas, controlar atividades poluidoras, a lei busca melhorar a qualidade de vida da população através do seu dispositivo, aplicando sanções aos poluidores que causaram danos ambientais, independentemente da situação.

2.2 Impactos causados pelos resíduos de construção civil

O impacto ambiental que é ocasionado pela produção e descarte de resíduos de construção civil é um dos principais do planeta, seja pela quantidade que é descartada diariamente ou pelo uso irracional de jazidas de recursos naturais. (BATISTA; ROMANEL, 2013)

A Resolução 001/86 CONAMA define impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades desenvolvidas pelo homem que possam afetar a saúde, segurança e o bem-estar da população, economia, biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais



(BRASIL, 2016).

No setor da construção civil estima-se que cerca de 50% dos recursos consumidos são extraídos da natureza (UNEP DTIE, 2005). Dos recursos naturais utilizados na construção civil extraídos da natureza destaca-se areia, brita, calcário, cascalho, dentre outros (EEA, 2015).

Um aspecto importante é a utilização da terra, tendo como base seus elementos solo, crosta terrestre e paisagem, visto que, para a exploração da atividade de mineração deve-se remover a vegetação e o solo para extração dos minérios, esse processo favorece a alterações na biodiversidade local. Na área construída a remoção da vegetação e do solo superficial provoca alterações nos exercícios de suas funções originais (EEA, 2005).

Para Mendes et al. (2014), a ocorrência de inundações em áreas urbanas está plenamente relacionada com a remoção da cobertura vegetal e do solo, pois a ausência desses elementos dificulta a capacidade de infiltração em áreas alagáveis, causam insuficiência dos sistemas de drenagem para escoamento das águas e ainda facilita o escoamento de sedimentos para o leito do rio causando assoreamento

A problemática do impacto ambiental da construção civil pode ser analisada sobre a perspectiva de um ciclo de atividades que envolve a elaboração dos projetos e estende-se pela construção, operação, desativação, demolição e disposição final dos resíduos, ou seja, os resíduos são gerados durante todas as etapas do processo construtivo, desde a terraplanagem (limpeza do terreno) até a demolição (CIB, 2015).

Os principais impactos causados ao meio ambiente e a sociedade urbana relacionados a geração de RCD, talvez seja originado da deposição irregular dos resíduos. É um determinante do desequilíbrio da vida nas cidades ao causar o comprometimento da paisagem (poluição visual); degradação dos mananciais; obstrução dos sistemas de drenagem; proliferação de vetores causadores de doenças; assoreamento dos cursos d'água e dificultar a circulação de pessoas e veículos nas vias públicas. Dentre os vetores transmissores de doenças estão os ratos, baratas, escorpiões, moscas e outros (PINTO, 2018)

Segundo Sousa e Fernandes (2016), o descarte irregular de resíduos é um dos maiores causadores de impactos ambientais e, como consequência, influencia o cenário de degradação ambiental. Há três formas básicas para a deposição final desses resíduos, sendo elas o lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário, no qual apenas a última opção é, ambientalmente, aceitável.

De acordo com Moreira (2018) a construção civil é o setor que mais explora os recursos naturais, causando severos impactos no meio ambiente. Além da exploração, a geração de resíduos também é um fator preocupante, uma vez que o descarte inadequado desses resíduos são cada vez mais frequentes. A geração de RCC e RCD interfere no meio físico, biótico e antrópico do local da construção, como consequência da falta de organização e gestão de qualidade e gerenciamento da obra.

Os RCC e RCD formam um problema mundial, e comprova a falta de organização e políticas relacionadas ao gerenciamento adequado para lidar com esse tipo de resíduo. Frequentemente as condutas dos governantes locais são emergentes, próprias de uma gestão ambiental reacionária, ineficiente e inadequada. Essas práticas qualificam o que se denomina de "gestão corretiva". No Brasil, grande parte dos municípios não possuem um sistema de captação e local para destinação adequada desses resíduos, elevando o índice de descarte ilegal dos RCC para a faixa dos 10 a 47%. Os locais mais afetados são terrenos baldios, beira de estradas e margens de cursos d'água (MOREIRA, 2018).

Segundo Gehlen (2018), um número grande de profissionais do setor construtivo (82%)

reconhece e tem consciência sobre o desenvolvimento sustentável, entretanto, apenas 9% efetivamente colocam em prática seus conceitos. O setor da construção é responsável pelo gasto de 40% de toda a energia produzida no mundo e pela geração de 40% de todos os resíduos produzidos e que estão poluindo o meio ambiente (JOHN et al., 2017).

Inojosa (2016) relata que para a cadeia produtiva se tornar sustentável é necessário entender seus impactos, perceber as conexões entre seus diversos componentes e almejar a sustentabilidade desde a decisão de construir até a disposição correta de seus resíduos. A autora enfatiza ainda que envolver todos os atores que de alguma forma participam do processo construtivo, desde financiadores, arquitetos e engenheiros, biólogos e até os consumidores, é uma maneira adequada de lidar com o desenvolvimento sustentável, com os RCD e RCC, além de ter comprometimento com as questões socioambientais.

O gerenciamento dos RCD consiste em adquirir e realizar da maneira correta a gestão nos procedimentos e execução das atividades geradoras, assim com o intuito de reduzir a geração, reduzindo na fonte, e ao mesmo tempo incentivar a reciclagem e reutilização do que não for capaz de reduzir, desta maneira garantindo o descarte final do restante.

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2013), a gestão de resíduos deve garantir ao máximo a reutilização e reciclagem e a redução dos rejeitos, nesta realidade, cada produtor de resíduos é responsável pelo mesmo, que devem ser segregados na fonte. (CHAVES et al., 2020).

2.3 O processo de reciclagem destacando as vantagens e desvantagens da utilização dos materiais reciclados nas obras civis

A reciclagem pode ser determinada como uma atividade com intuito do reaproveitamento de materiais ou produtos, objetivando um aumento no ciclo de vida e reduzir os impactos ambientais. A reciclagem é o resultado do encadeamento de atividades pelas quais materiais destinados a se tornar lixo/entulho são recolhidos, separados e processados para tornarem-se matéria prima novamente (MACENA; LEME, 2017)

O processo de reciclagem dos RCD tem grandes vantagens econômicas, sociais e ambientais. Desta maneira se tem diversos benefícios aos envolvidos, partindo da economia com gastos públicos por consequência da diminuição de resíduos a ser coletado e depositado em locais adequados, assim diminuindo a necessidade de áreas de aterramento sanitário. Para o construtor se tem uma redução nos valores dos materiais, e também por consequência a redução da exploração de recursos naturais desta forma preservando o meio ambiente (CHAVES et al., 2020)

O seguimento da reciclagem dos RCD no Brasil ainda é iniciante. Na Europa a reciclagem de resíduos é um mercado avançado pelo fator da escassez de recursos naturais. (ABRECON, 2021). Ainda segundo Abrecon (2021) a reciclagem dos RCD no país é o entrosamento com temas ambientais e a abordagem preservacionista. Seguindo esta linha garante um crescimento acima do esperado para o setor, o que facilita negociações com órgão públicos, iniciativa privada e com potenciais parceiros.

A fim de se ter um desenvolvimento sustentável, se tem a necessidade de as empresas adaptarem em sua produção maneiras de melhor aproveitamento de todos os recursos utilizados na produção, no canteiro de obra se tem grande desperdício de matérias-primas, caso haja admissão de novas tecnologias é possível reduzir esse desperdício, e obtendo um melhor aproveitamento com a reciclagem dos mesmos (PAIVA; RIBEIRO, 2015).



As vantagens da realização da reciclagem, pode ser economia de custos e o produto da venda de materiais reciclados. Esta economia vem referente a diminuição dos gastos com matérias-primas que compõe a construção de uma obra, desde um melhor emprego dos materiais e da eliminação de perdas. O produto da venda é valor da venda dos materiais reciclados, o qual representa em redução de custo, tendo em vista que os materiais que compuseram os resíduos iram ter seu valor embutidos na venda do produto final (PAIVA; RIBEIRO, 2015).

O procedimento que modifica os resíduos sólidos que envolve a mudança das propriedades químicas, físicas e biológicas, a qual se transformará em novos produtos, deve-se adequar as condições e as medidas estabelecida pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAM.

A condição inicial para ser feita a reutilização dos resíduos gerados nas obras é que seja da classe A à qual nessa categoria se encontra sobras de concreto, argamassa, tijolos, blocos.

Existem duas formas para se iniciar o reaproveitamento dos materiais. A primeira forma é estabelecer uma unidade de separação e tratamento no canteiro de obra, sendo necessário obter equipamentos móveis para se fazer a moagem e separação granulométrica. Uma opção viável em obras de grande porte, que tenha um volume elevado de produção de resíduo e que tenha bastante espaço no canteiro de obra para instalação da unidade de separação e tratamento. Outro modo são as usinas de reciclagem onde é realizado a triagem e a melhoria do material.

Quando se fala em reciclagem de resíduos da construção, a etapa essencial para se obter sucesso é a triagem, primeiramente se faz uma triagem das frações inorgânicas e não metálicas do resíduo, excluindo o metal, a madeira e plástico que são direcionados para outras finalidades (COELHO, 2018).

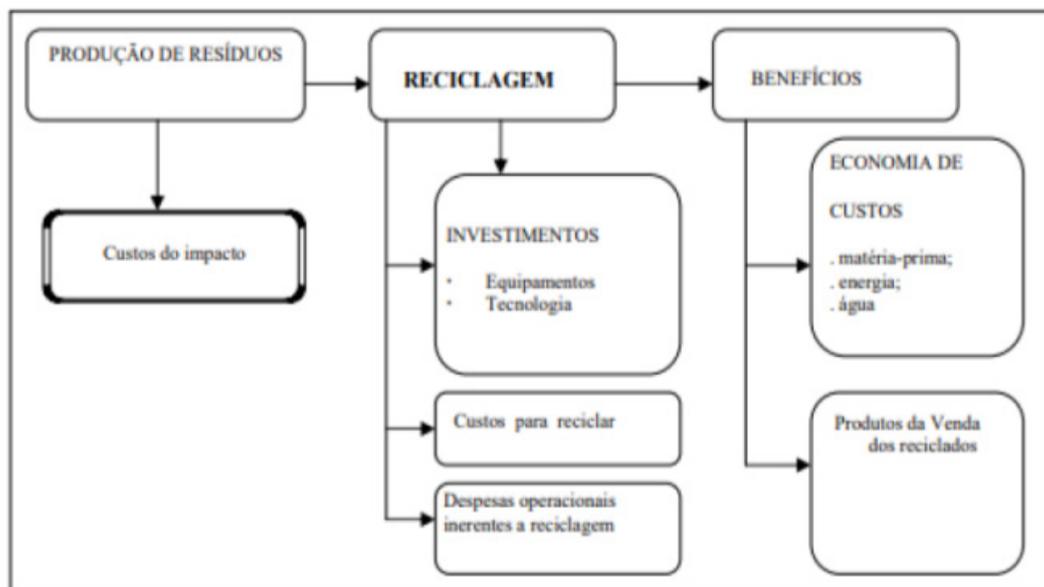


Figura 1. Fluxograma das variáveis de reciclagem de resíduos

Fonte: Paiva e Ribeiro (2015)

Os produtos gerados pela reciclagem do RCC não têm função estrutural, mas podem ser aplicadas em diversos fins como: agregados para argamassas, concreto, assentamento, revestimento, fabricação de pré-moldados (meio fio, pavers, blocos), em camadas de base e sub-base na pavimentação e em camadas drenantes conforme Quadro 1

Areia Reciclada	A areia reciclada deve ser isenta de impurezas, contendo a dimensão máxima inferior a 4,8 mm, tendo a origem a partir da reciclagem de concreto e blocos de concreto. Esta areia pode ser utilizada na produção de argamassa de assentamentos de alvenaria para vedação, blocos, contrapisos e tijolos de vedação
Pedrisco Reciclado	O pedrisco reciclado deve ter pouca quantidade de impurezas, contendo a dimensão máxima de 6,3 mm, tendo a origem a partir da reciclagem de concreto e blocos de concreto. Podendo ser utilizado na fabricação de artefatos de concreto (bancos e mesa de praças), como blocos de vedação, pisos intertravados e manilhas de esgoto.
Bica Corrida	A bica corrida reciclada deve ser isenta de impurezas, contendo a dimensão máxima a 63 mm ou a critério do cliente, é um material proveniente da reciclagem de resíduos gerados pela construção civil. Pode ser utilizada em reforço de subleito dos pavimentos, em obras de sub-base de pavimentos e acerto topográficos de terrenos.
Pedra Reciclada (Rachão)	O rachão é um material que deve ser isento de impurezas, contendo a dimensão máxima inferior a 150 mm, tendo a origem a partir da reciclagem de concreto e bloco de concreto. Utilizado em obras de pavimentação, terraplanagem e drenagem.

Quadro 1 – Produtos obtidos da reciclagem

Fonte: Paiva e Ribeiro (2015)

As propriedades dos agregados reciclados são de extrema importância e devem ser consideradas durante a aplicação do material. A massa específica está diretamente relacionada a porosidade do agregado. Malaquias et al. (2018), citaram estudos que apontam que quanto maior a taxa de absorção de água, menor a massa específica. Todavia, como a massa específica dos agregados reciclados são menores que a dos naturais, pode-se utilizá-los de forma satisfatória na confecção de artefatos de concreto, já que terão peso consideravelmente inferior quando comparado a agregados naturais.

O trabalho de Cabral (2017), analisou uma redução na trabalhabilidade de agregados reciclados quando comparados com agregados normais, visto que agregados reciclados são considerados mais secos em relação aos normais. Isso ocorre devido a retirada de água do processo pelos agregados a qual seria utilizada no cimento, provocando uma menor trabalhabilidade do composto. Outra característica relevante dos agregados reciclados é que o processo de britagem pode ocasionar extremidades angulares, o qual não é característico de materiais naturais, que geralmente são lisos e arredondados, características que facilitam a trabalhabilidade.

Quando o método de utilizar materiais reciclados é implantado dentro do canteiro de obras, estamos contribuindo de forma sustentável. A reutilização dos resíduos é uma prática que traz muitos benefícios, ambientalmente e socialmente, mesmo sabendo que o uso destes materiais é feito em menor escala, se comparado com outros materiais que não provém da reciclagem.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados encontrados através da pesquisa, foi possível constatar a importância da implementação da Lei nº 12.305/2010, que criou a Política Nacional de

Resíduos com o objetivo principal de responsabilizar entes públicos e privados que fazem o descarte inadequado dos resíduos sólidos no meio ambiente.

Diante desses problemas de descarte inadequado, os diversos setores na área da construção civil vêm adotando medidas que pretendem diminuir os efeitos ao meio ambiente em resposta às imposições de normatização e da própria sociedade. Tais ações manifestam-se numa busca de finais aceitáveis em etapas como a reciclagem, a redução de energia e a redução de perdas.

Dessa forma, percebe-se que o setor produtivo civil vem aderindo ações nessa lógica, de forma a aprimorar a competitividade. Os autores apontam que a indústria da construção civil ficou vista durante muito tempo como geradora de vários problemas ambientais, em razão de fatores como a geração elevados volumes de resíduos.

Apesar desse esforço, o descarte de entulho na construção civil ainda tem muito a progredir para que haja reduções significantes para que possa ser diminuído o impacto no meio ambiente, nesse sentido, é preciso que as leis de proteção ao meio ambiente sejam mais efetivas na fiscalização para que seja tomado um destino adequado desses resíduos.

Referências

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **História do Entulho**. 2015.

BAPTISTA JUNIOR, Joel Vieira; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 27-37, 2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 001/2016**. São Paulo. Disponível em http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2017.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2013. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 2 de ago. 2013.

BRASIL. Lei nº 714/2017: **Reaproveitamento de resíduos na construção civil**. VGR. 2017 <https://www.vgresiduos.com.br/blog/lei-no-7142017-reaproveitamento-de-residuos-na-construcao-civil/> Acesso em 05.04.23

CABRAL, Antônio Eduardo Bezerra. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. Tese para Conclusão de Doutorado em Engenharia Ambiental. 280 p. Universidade de São Paulo. 2017.

CHAVES, J.H.P; FIGUEIREDO, C.E.M; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F.; BRITO, J.C.X.; ALMEIDA, T.P.F; MANSUR, G.L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2020

CIB. **Agenda 21 para a construção sustentável nos países em desenvolvimento**. A discussion document. South Africa, 2015

COELHO, Adilson Rodrigues Et Al. Importância Do Gerenciamento De Resíduos Sólidos Na Construção Civil. **Research, Society And Development**, V. 7, N. 10, P. 10, 2018.

EEA. **Utilização e gestão sustentáveis dos recursos naturais**. Copanhangen, 2015. Report nº 9. Disponível em: <http://reports.eea.europa.eu/eea>. Acesso em: 05.04.23

GEHLEN, Juliana. **Construção da sustentabilidade no canteiro de obras**: Um estudo no DF. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU, Universidade de Brasília. Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/1531> Acesso em: 05.04.23

GODOY, M. R. B. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 23, n. 39. 2013.

INOJOSA, Fernanda Cunha Pirillo. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição**: a Resolução CONAMA 307/2002 no Distrito Federal. Dissertação. Universidade de Brasília- UNB. Brasília – DF, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/7943> Acesso em: 05.04.23

JOHN, Vanderley Moacyr; SILVA, Vanessa Gomes; AGOPYAN, Vahan. **Agenda 21**: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. ANTAC – Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Canela – RS, 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/17286139/Agenda_21_uma_proposta_de_discuss%C3%A3o_para_o_construbusiness_brasileiro Acesso em 05.04.23

MACENA, Clayton Luis; LEME, Mariane Alves. Reciclagem de resíduos sólidos na construção civil. **Foco: caderno de estudos e pesquisas**, n. 13, p. 38-53, 2017

MATTES, W. **A construção civil e o desenvolvimento sustentável**. 2019 Vivagreen. <https://vivagreen.com.br/greenarq/construcao-civil-e-o-desenvolvimento-sustentavel/> acesso em 05.04.23

MENDES, T. A., REZENDE, L. R., OLIVEIRA, J. C., GUIMARÃES, R. C., CAMAPUM DE CARVALHO, J., VEIGA, R. **Parâmetros de uma Pista Experimental Executada com Entulho Reciclado**. Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2014.

MOREIRA, Mariana Lenti. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. 2018.

PAIVA, P. A.; RIBEIRO, M. S. **A reciclagem na construção civil: como economia de custos**. **REA. Revista Eletrônica de Administração**, Franca, SP, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2015.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SALOMÃO et al. Reutilização dos resíduos gerados pela construção civil: uma breve revisão. **Society and Development**, v.8, n.10, p. 01-13, 2019.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente, 20128. **Resíduos da Construção Civil e o estado de São Paulo**. <https://cetesb.sp.gov.br/sigor/wp-content/uploads/sites/37/2014/12/Res%C3%ADduos-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civile-o-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo.pdf>

SOUZA, U. E. L. FERNANDES, N. D. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out./dez. 2016

UNEP DTIE. **Construção sustentável**: fatos e figuras. UNEP Industry and Environment: quarterly review, Paris, v. 26, nº 2-3, mar. 2015.



15

A LOGÍSTICA DO CANTEIRO DE OBRAS E SUAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

CONSTRUCTION SITE LOGISTICS AND ITS TECHNOLOGICAL INNOVATIONS

Ferdinanda Costa Babosa¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A logística é vista como a capacidade de conectar uma empresa com seus clientes e fornecedores. Diante das reflexões teóricas sobre como a tecnologia pode auxiliar a logística do trabalho, faz-se conceituada logística, construção civil, canteiros de obras, o que remete também ao significado de gestão de pessoas e à resolução de possíveis conflitos. A metodologia fundamenta-se em uma pesquisa de revisão de literatura acerca de produções científicas que descrevem sobre a utilização de máquinas, equipamentos e softwares para auxiliar na logística de uma obra. Foram selecionados e analisados artigos em português, publicados desde o ano 2013 até 2022. Com os resultados obtidos da pesquisa foi possível evidenciar que o uso das tecnologias são estratégias de gerenciamento que ligados à gestão de pessoas fazem com que se tenha uma evolução constante no processo de construção civil. Conclui-se que o desenvolvimento de ferramentas para auxiliar a logística na obra, facilita as execuções desempenhando um papel de controle no canteiro de obra.

Palavras-chave: Construção Civil. Logísticas. Gerenciamento. Inovações Tecnológicas.

Abstract

Logistics is seen as the ability to connect a company with its customers and suppliers. Faced with theoretical reflections on how technology can help work logistics, logistics, civil construction, construction sites are conceptualized, which also refers to the meaning of people management and the resolution of possible conflicts. The methodology is based on a literature review research about scientific productions that describe the use of machines, equipment and software to assist in the logistics of a work. Articles in Portuguese, published from 2013 to 2022, were selected and analyzed. With the results obtained from the research, it was possible to show that the use of technologies are management strategies that, linked to people management, lead to constant evolution in the process of civil construction. It is concluded that the development of tools to assist the logistics in the work, facilitates the executions playing a control role in the construction site.

Keywords: Civil Construction. Logistics. Management. Technological Innovations.



1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores responsáveis pelo desenvolvimento da economia brasileira. A realidade de um canteiro de obras é bem variável de acordo com a organização e visão da construtora responsável pelo empreendimento. Porém, de forma geral, os canteiros são apertados e mal organizados. A falta de espaço e a pressa são os grandes vilões que dificultam o bom funcionamento logístico desses canteiros de obras.

Diante desse contexto, justifica-se que esse trabalho irá abordar 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. Ressaltando também que o processo tecnológico, teve grande influência no decorrer dos anos para a logística,

Nota-se que muitas vezes a competitividade entre empresas construtoras traz benefícios no setor da construção civil através da tentativa em superar a qualidade e o cronograma de obra. Isso gera o investimento na logística aplicada ao canteiro de obra no intuito de otimizar as fases construtivas e operacionais de um empreendimento. Portanto, as perguntas que norteiam esta pesquisa são: como a logística dentro do canteiro de obras contribui para diminuir os problemas ligados ao cumprimento de cronograma e desperdício de materiais?

No objetivo geral do presente estudo foi compreender a importância da logística como ferramenta auxiliadora no processo de administração de materiais dentro do canteiro de obras da construção civil. Além dos objetivos específicos que são conceituar a logística dentro do canteiro de obras; definir a logística e o processo de gerenciamento da cadeia de suprimento de materiais dentro do canteiro de obras e descrever as principais tecnologias que auxiliam na construção civil.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão de literatura que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2013 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 10 anos, na língua portuguesa. As palavras chaves foram Construção Civil; Logísticas. Gerenciamento; Inovações Tecnológicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Logística e Canteiro de Obras

A logística no canteiro de obras envolve todas as atividades de movimentação e armazenamento que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição de matéria-prima até o ponto de consumo final, bem como o fluxo de informações que fazem os produtos funcionarem, com o objetivo de fornecer um nível de serviço adequado aos clientes a um custo razoável (BALLOU, 2015).

Para Gomes (2014), trata-se de administrar estrategicamente em adquirir, o fluxo e o armazenamento de produtos acabados por meio do planejamento e dos canais de marke-

ting para maximizar os lucros atuais e futuros. Proporciona melhor rentabilidade nas entregas aos clientes ou consumidores por meio de planejamento e controle eficientes de movimentações e armazenagem.

Gomes (2014) acredita que a logística é a associação da gestão de estoque e distribuição física, com os seguintes objetivos: entrada correta, quantidade correta, qualidade correta, local correto, hora correta, método correto, preço justo e impressão razoável; para ajudar a melhorar o atendimento ao cliente satisfação, conforme Figura 1.

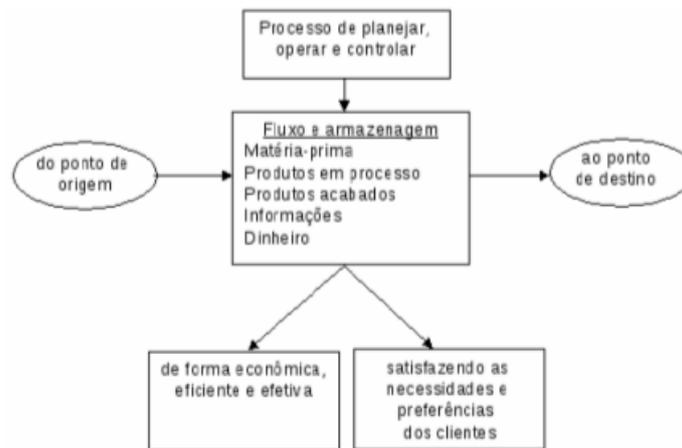


Figura 1. Fluxograma de armazenagem

Fonte: Gomes (2014)

Segundo Silva (2014), a logística na construção civil é um procedimento multidisciplinar que visa garantir o abastecimento, armazenamento, processamento e disponibilidade de recursos materiais na fronteira de trabalho. Esse processo ocorre por meio de atividades de planejamento, organização, direção e controle que basicamente dão suporte ao fluxo de informações.

Vieira (2016) explica que existem situações relevantes a serem consideradas na logística de canteiro de obras, incluindo questões de acesso e distância para carga e descarga, questões entre caminhos de materiais e mão de obra no desenvolvimento de serviços, técnicas corretas de armazenamento e versatilidade para facilitar as mudanças no processo de andamento da obra em. A não consideração desses temas leva à perda de insumos e materiais, além do uso do improvisado e do trabalho improdutivo no canteiro de obras.

Segundo Vieira (2016), as perdas e desperdícios são as principais dificuldades para a produção eficiente e racional da construção civil. Entre as perdas, algumas perdas relacionadas à logística são:

- a) Perda de armazenagem: perda de eficácia ou propriedades do material devido a más condições de armazenamento;
- b) Danos de transporte: utilização de equipamento inadequado ou práticas de transporte impróprias;
- c) Perdas por ociosidade de mão de obra e equipamentos: sistemas de transporte ineficientes.

O gerenciamento do canteiro de obras pode ser conceituado como o planejamento do layout logístico de suas instalações temporárias, instalações de segurança e manuseio de materiais e sistemas de armazenamento. O planejamento do piso envolve a definição do arranjo físico dos trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e armaze-

namento (FRANKENFELD, 2017, p. 17).

Um canteiro de obras bem planejado e organizado facilita o desenvolvimento do processo construtivo e reduz custos para a construtora. Um bom projeto de canteiro reduz o desperdício de materiais e o tempo de execução da mão de obra, planejando a movimentação de pessoas e materiais, considerando curtas distâncias de acesso, transporte vertical e horizontal (CARDOSO, 2016).

Segundo Alves (2013), os construtores precisam ter informações suficientes para ter um canteiro de obra planejado. Essas informações vêm do projeto, do arranjo físico, que contém informações sobre volumes e quantidades produzidas, armazenadas e transportadas. Além disso, é necessário:

- a) Existem especificações técnicas para as Obras, inclusive em relação ao processo de construção, quanto ao que será produzido e os materiais produzidos e adquiridos para as obras;
- b) Conhecer a CLT (Consolidação da Lei do Trabalho) e NR-18 - Subsídios por tamanho de moradia;
- c) Ter dados sobre a produtividade do trabalhador para ajustar o tamanho da força de trabalho;
- d) Conhecer o cronograma de execução do serviço, tamanho do terreno e obra a ser construída.

2.2 A logística e o processo de gerenciamento da cadeia de suprimento de materiais dentro do canteiro de obras

Segundo Bowersox e Closs (2019, p.25) cadeia de suprimentos, é também conhecida como *Supply Chain* que acordo com a Associação Brasileira de Transporte e Logística - ABML, “é um grupo de organizações inter-relacionadas que criam valor na forma de produtos e serviços, desde fornecedores de matérias-primas até aqueles que irão comprar o produto final”. Pode-se dizer que a cadeia de suprimentos é a sequência de processos por meio dos quais um produto é manuseado, movimentado e armazenado desde a aquisição de matérias-primas, produtos semiacabados e acabados até o cliente final.

- Suprimentos ou Administração de Materiais: é um método que está associado ao fluxo de materiais. Exemplos: Pedido e recebimento de materiais, armazenar, estocagem, etc;
- Produção ou Manufatura: essas atividades visam transformar matérias-primas em produtos finais. Exemplos: abastecimento de linha, produção *just in time*, etc;
- Distribuição Física: são as tarefas que compõem o fluxo de mercadorias, partindo do ponto de produção até o ponto de destino. Essa etapa não ocorre no ramo da construção civil residencial, pois é o cliente que se desloca para buscar seu produto final, o imóvel.

Vieira (2016) explica que ao introduzir a logística no canteiro de obras, ele deve ser tratado como uma fábrica, com equipes interdisciplinares que interagem de forma efetiva com os fornecedores de acordo com as necessidades da obra, e garantem o fornecimento de materiais para evitar paradas. As cadeias de suprimentos devem ser planejadas com os fornecedores antes do início da produção, reduzindo possíveis dificuldades na aquisição de materiais, máquinas e serviços, de acordo com a Figura 2.

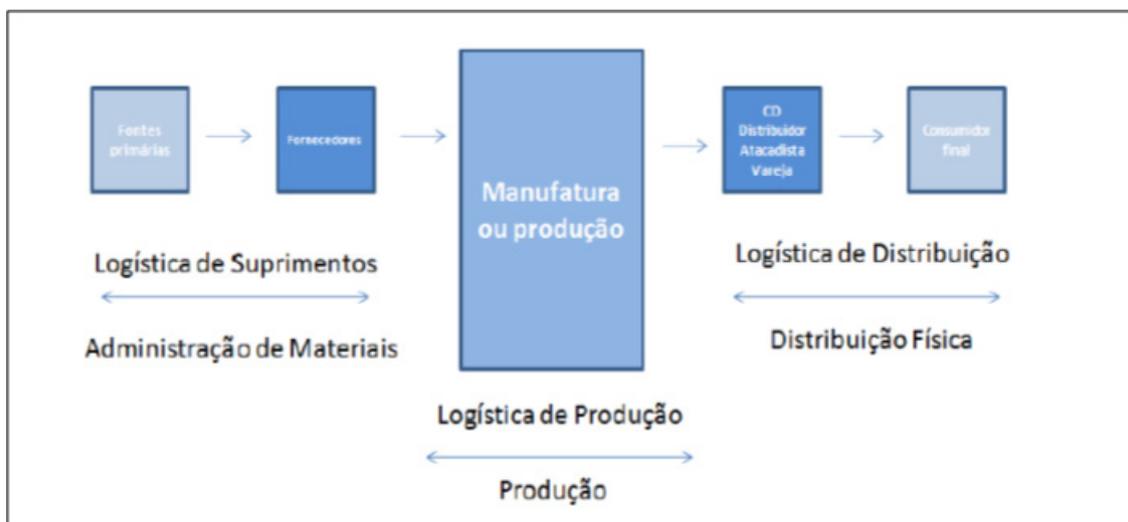


Figura 2. Sequência de uma cadeia de suprimentos

Fonte: Vieira (2016)

Na construção civil, é necessário muitos fornecedores e fabricantes, portanto, o número de distribuidores e fabricantes também aumentará e para minimizar problemas entre consumidores e fornecedores, uma prática que tem crescido muito ultimamente é a chamada parceria entre empresas. Para o benefício mútuo de ambas as partes do acordo, o preço mais baixo aplica-se à garantia de um contrato de longo prazo de acordo com um cronograma de pré-acordo.

Desta forma, os materiais necessários estarão disponíveis na quantidade e qualidade estabelecidas no momento da utilização (VIEIRA, 2016). Para as transportadoras, podem fazer com que o modelo *just-in-time* acarrete falhas, pois na maioria das vezes esse serviço é terceirizado e independente.

De acordo com Vieira (2016), as metas intermediárias devem ser atingidas para que o produto final seja elaborado do ponto de vista da logística comercial e todos os estes são:

- Simplificação do processo de gestão: planejamento logístico prévio;
- Redução de recursos humanos - processo de industrialização;
- Redução de estoque - sistema de parceria;
- Prazos de entrega mais curtos e confiáveis;
- Sistema de parceria;
- Melhorar a produtividade e os níveis de serviço, reduzir custos e afetar a competitividade;
- Tecnologia da Informação.

Para Frankenfeld (2017) a busca de alternativas antecipadas para resolver problemas que possam surgir durante a aquisição dos principais materiais de produção e obtenha economias de escala. A logística da informação não agrega valor diretamente a um produto, mas é um facilitador para a manutenção, monitoramento, gerenciamento e avanço das comunicações entre operações e demais departamentos.

Nas indústrias produção que consiste na produção média e grande escala, os sistemas de informação são extremamente importantes para uma gestão logística bem-sucedida. Da mesma forma, em edificações, as atividades de informação devem fornecer informações relevantes e precisas a todas as partes relevantes do sistema. Não apenas os aspectos

físicos do processo, mas também os aspectos gerenciais (ALVES, 2013).

Os canteiros de obras são onde os produtos são produzidos, mas na construção existem várias pessoas que contribuem diretamente para esse desenvolvimento que não estão no mesmo local. Por exemplo, fornecedores, projetistas, diretores, gerentes, operadores etc. Portanto, é necessário um sistema de informação que suporte as necessidades do projeto, que é a prioridade máxima na operação da estratégia logística (SILVA, 2018).

Cardoso (2016) explica que para realizar a construção pelo método Just in time, é preciso receber informações em tempo real. Este tipo de mudança torna os sistemas de informações eficientes e extremamente necessários devido ao alto grau de incerteza no contexto de planejamento das áreas de construção civil.

Vieira (2016) diz ainda que a tecnologia está disponível para toda a população de forma bastante acessível, a preços mais baixos e com acesso a computadores, smartphones, tablets, aplicativos de comunicação etc. Nessa linha pode-se dizer que o engenheiro, gerente ou supervisor encarregado da obra tem apenas um aparelho em mãos, e mesmo não havendo espaço físico disponível no escritório, ele pode se comunicar com fornecedores, diretoria, reagendar, recrutar etc.

Segundo Silva (2018), um sistema de informação deve englobar a emissão, recebimento e registro de informações, que são compreendidas em subsistemas que englobam os diversos subsistemas de uma empresa, que são classificadas como informação de apoio às operações e informação de apoio às decisões.

Barton (2017) aponta algumas falhas que existem em um sistema de informação

- Morosidade no processamento e na circulação da informação;
- Transmissão de informações incompletas;
- Altos custos de obtenção da informação;
- Duplicação de informações (BARTON, 2017, p.23)

Segundo Vieira (2016), a aplicação estratégica de sistemas de informação nas operações logísticas, devem ser:

- Interação com fornecedores e projetistas;
- Integração com agentes de venda;
- Interação interna entre a obra e a administração;
- Sistema de informação sobre o mercado.

É importante o uso da tecnologia da informação nas operações deste setor, a fim de atingir o nível de racionalização desejado de acordo com os princípios da construção enxuta. As informações devem fluir pelas partes interessadas de forma ágil e clara para servir de base para a tomada de decisões, planejamento, replanejamento, mitigação de ineficiências de processos e informações.

2.3 Tecnologias que auxiliam na logística na construção civil.

Na construção civil, o crescimento dos lucros e a retenção das despesas se refletem na gestão e controle do tempo de inserção. Como ato de transformação do sistema construtivo, engenheiros e gestores de obras utilizam recursos técnicos para cumprir essa complexa responsabilidade da gestão (BORGES, 2013).

Desta forma, a tecnologia é suportada e inserida na construção como um aditivo, que pode ser uma tecnologia artificial ou uma tecnologia que substitui as pessoas. Assim, Soares e Carneiro (2016) deixam claro que a construção abrange desde tecnologia de ponta e indústrias de capital intensivo (como cimento, siderurgia e química) até serviços de grande porte, mas com baixo conteúdo tecnológico.

Por exemplo, o uso da tecnologia na indústria de fabricação de cimento também envolve máquinas nos serviços prestados pelas pessoas, reduzindo a fadiga do trabalhador, aumentando assim a produtividade e o tempo de produção de cimentos, facilitando assim que chegue ao ambiente de trabalho de forma mais ampliada e de forma adequada (SOARES; Carneiro, 2016).

As tecnologias em um sentido amplo, incluindo dispositivos móveis e portáteis, podem transmitir informações com mais facilidade, coletar dados de maneira mais inteligente, analisar operações em tempo real, apoiar processos de tomada de decisão baseados em fatos, armazenar, analisar e produzir essas informações para melhorar desempenho da construção e qualidade do serviço (NEIVA NETO; RUSCHEL, 2013).

Diante dos pontos destacados por Cerratto e Moraes (2014, p.25), as principais tecnologias utilizadas para gestão são: Colaborativa (Construtiva), Mobuss (Tecnológica), Sienge (Sienge) e AutoDoc. Assim: “[...] Estes servirão para gestão da qualidade, planejamento de melhorias, auditorias bem realizadas e gestão das obras envolvidas [...]”.

De acordo com Bowden (2016) a falta de planejamento, fiscalização, execução, falta de informação para os tomadores de decisão; falta de documentação ou histórico durante as fases de execução do projeto é resultado da má logística da construção, todas essas realidades podem ser evitadas se a tecnologia for inserida corretamente na construção civil (BOWDEN, 2016).

Atualmente, grande parte das máquinas automatizadas utilizadas em edificações civis ainda requerem controle humano, ou seja, nenhuma atividade pode ser executada sem gerenciamento. Mesmo assim, esse tipo de ferramenta auxilia muito na logística do trabalho (THORPE et al., 2016).

Um exemplo disso é o guindaste, equipamento de grande porte que costuma ser utilizado na construção de prédios, para transportar materiais para andares superiores ou para retirá-los. Existem algumas máquinas que se somam a outras máquinas para se tornar uma máquina específica, como a betoneira, que pode funcionar como máquina autônoma ou ser agregada a um caminhão de entrega. Todas essas máquinas requerem um elemento humano para operar adequadamente (BOWERSOX; 2013).

Bowersox e Closs (2019) apontam que a combinação de inteligência artificial e a robótica dá mais autonomia aos robôs. Algumas pessoas conseguiram agir sendo programadas com antecedência. São máquinas que agem sozinhas, mas foram direcionadas para realizar determinadas tarefas. Nesse caso, eles não são operados diretamente pelos humanos, mas o manejo da máquina ainda é necessário. O próximo passo são os robôs autônomos, que podem realizar funções sem supervisão humana.

Abordando sobre dispositivos que são utilizados pelos próprios trabalhadores, nos Estados Unidos a tecnologia é chamada de “construction wearables” – semelhante às roupas de construção (BOWERSOX; CLOSS, 2019). São dispositivos usados pelos trabalhadores durante o trabalho em canteiros de obras que permitem seu monitoramento. Funcionam como uma nova geração de EPI (Equipamento de Proteção Individual). Podem ser cintos, coletes, capacetes ou até mesmo armaduras que facilitam o carregamento de materiais e ajudam a alcançar pontos mais altos sem o auxílio de escadas (BOWDEN; THORPE et al.,



2016).

Bowden (2016) diz que os equipamentos como mini carregadeiras, mini escavadeiras, compactadores de solo e parafusadeiras elétricas trazem agilidade à construção. Além de garantir que suas obras sejam executadas com agilidade, é fundamental utilizar os melhores e mais modernos equipamentos de construção civil. No entanto, optar pela compra de uma máquina é uma decisão que exige reflexão e planejamento cuidadosos, pois é um alto investimento financeiro.

Bowden e Thorpe (2016) afirmam que outra solução tecnológica que auxilia os empreendedores desse setor a trabalhar com mais eficiência sem grandes investimentos financeiros, é optar pelo aluguel de equipamentos modernos e eficientes em seus projetos. Além de ser mais barato do que comprar, o aluguel de equipamentos de construção permite ao locador obter garantias de manutenção e reparo.

Outra ferramenta tecnológica eficaz na construção civil é o processo holístico de criação e gerenciamento de informações chamado BIM (*Building Information Modeling*) recurso construtivo virtual que realiza projeto estrutural até o encanamento e a parte elétrica conforme apresenta na Figura 3. Quando completos, esses modelos contêm dados precisos sobre as pessoas que executam e gerenciam o trabalho (BOWERSOX; CLOSS, 2019).

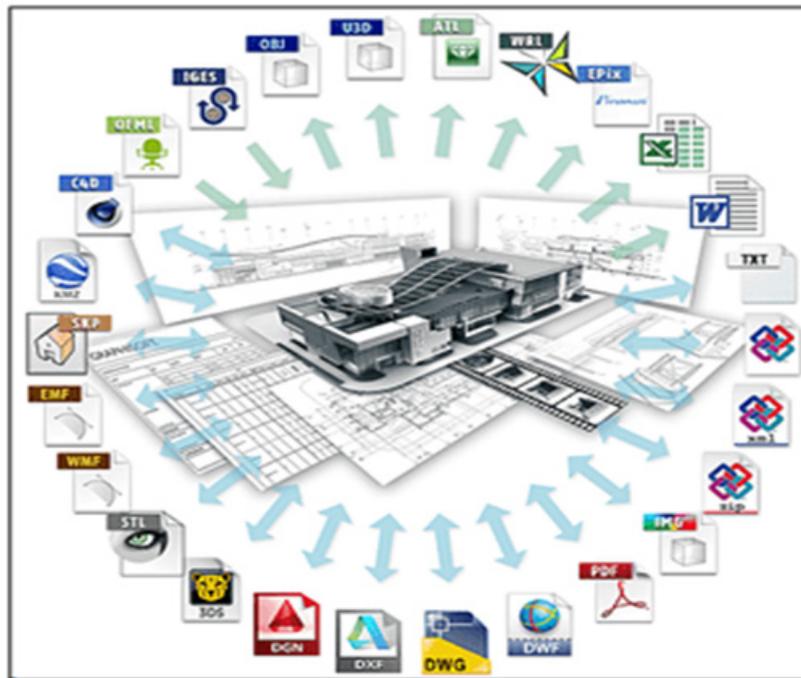


Figura 3. Programas da plataforma BIM podem ser utilizados

Fonte: Farias (2013)

Existem outros mecanismos que há anos ainda permanecem relevantes como por exemplo o software para desenho *Computer Aided Design* (CAD) ou desenho auxiliado que é uma tecnologia para design e documentação técnica que substitui o desenho manual por um processo automatizado. Desde 1982. “[...] É usado principalmente para preparar peças de desenho técnico bidimensionais (2D) e para criar modelos tridimensionais (3D) [...]” (SOARES; CARNEIRO, 2016, p. 7).

O sistema passou a incorporar o mundo das pessoas que trabalham na geração de projetos arquitetônicos e urbanos, substituindo essencialmente a elaboração manual, que exige mais trabalho e tempo para produzir (BOWERSOX; CLOSS 2016). É natural que a tecnologia substitua os trabalhos de fabricação, pois exigem mais tempo e mão de obra para

serem executados. Atualmente uma prancheta contendo várias planilhas de um projeto pode ser facilmente visualizada por meio de um smartphone ou tablet e não necessita necessariamente de papel A1 ou A0, sendo este último o mais utilizado para projetos de visualização (SOARES; CARNEIRO 2016).

A tecnologia sobrepõe o vídeo gerado por computador ao vídeo capturado por uma câmera. Isso permite que a imagem 3D apareça no local exato do mundo real onde será construída. Enquanto a câmera transmite a cena real, o computador exibe um algoritmo gráfico que mostra como ficará a obra (BOWERSOX; CLOSS 2019). A realidade aumentada é usada para planejar projetos e fornecer precisão (quando combinada com BIM), ajustar canteiros de obras e fornecer treinamento. Esta tecnologia garante medição precisa de profundidade, altura e largura. Também pode detectar problemas e corrigi-los antes do início de uma etapa da obra, evitando assim o retrabalho (PEREIRA, 2018).

Segundo Sherma e Craig (2013) a realidade virtual ampliada é um sistema de artifícios comunicativos gerados em um computador para conseguir a sensação de emoção física e mental em uma simulação de um projeto futuro, fornecendo aos usuários uma gama de informações digitais.

De acordo com Souza (2019), o uso do capacete inteligente de realidade aumentada chamado *Daqri Smart Helmet* pode visualizar projetos e modelos 3D em larga escala, comparando o trabalho real com o projeto original da obra, resultando em um processo totalmente digitalizado entre os funcionários e o escritório, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4. Capacete Daqri Smart Helmet

Fonte: Souza (2019)

Outra tecnologia que ganha espaço no mercado internacional de construção é a impressão 3D, que oferece inúmeras possibilidades na construção – desde a criação de componentes específicos até edificações inteiras. Aplicada corretamente, a tecnologia permite que os profissionais da área façam mais com maior qualidade em menos tempo. Os custos de mão de obra e segurança são reduzidos, assim como as taxas de falhas e desperdícios (AGUIAR, 2016).

Os investimentos em edificações impactam diretamente nos procedimentos e instrumentos utilizados para a realização da obra. Por esse motivo, a maioria dos canteiros de obras ainda não utilizam tecnologias avançadas como realidade aumentada, drones, EPIs com tecnologias de segurança mais avançadas, principalmente em países como o Brasil onde o próprio processo de trabalho é colocado abaixo e levando o custo da obra (RIBEIRO, 2019).

A partir da realidade articulada por Pereira (2018), essas tecnologias são criadas com o puro intuito de avanço tecnológico para as diversas finalidades a que são aplicadas. Partindo dessa premissa, a aplicação desse avanço da arquitetura civil se dá por meio da ren-derização do projeto dentro do próprio local.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado dessa pesquisa buscou compreender as inovações tecnológicas na construção civil que significam grandes avanços para a engenharia como um todo. Com menos falhas, as operações se tornam mais ágeis e seguras, o que no contexto atual tem forte impacto competitivo para as empresas inovadoras.

Além disso, o gerenciamento de dados por meio do sistema pode facilitar uma tomada de decisão mais duradoura, o que ajuda os gerentes a pesquisar profundamente novos mercados e até mesmo se conectar a mercados em desenvolvimento. Da mesma forma, as tecnologias da construção civil podem otimizar o desempenho financeiro de uma empresa.

Conclui-se que quando se aplica a logística no canteiro de obras com inovações tecnológicas, existirá ganhos na produtividade, na qualidade, no cumprimento de prazos, no aproveitamento do estoque, custos de orçamento e que trazem o sucesso nas empresas e um bom gerenciamento da obra, além da importância de práticas sustentáveis para um ambiente mais eficiente e preservado.

Referências

- AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137894>. Acesso em 12 mar 2023
- ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras. Proposta baseada em estudos de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.
- BALLOU, R.H. – **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2015
- BORGES, J. F. B. Gestão de projetos na construção civil. **Revista Especialize On-line**. IPOG, Goiânia, v. 1, n. 5, jul. 2013.
- BOWDEN, Sarah Louise; THORPE, Anthony; Mobile ICT support for construction process improvement. **Automation in Construction**, v. 15, p.664- 676, 2016.
- BOWERSOX, Donald J., CLOSS, David J., **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- CARDOSO, A. **Método alternativo de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenagem de materiais**: um estudo de caso. 2016. 89f. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016
- CERATTO, Renan; MORAES, Luiz. **Tecnologia de Informação para Monitorar Requisitos de Saúde e Segurança de trabalho no sistema Produtivo da Construção Civil**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção Engenharia, 2014.
- FARIAS, J. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo Light Steel Framing numa Residência Unifamiliar de Baixa Renda**. Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.
- FRANKENFELD, L. Logística interna: Como o transporte horizontal e vertical de materiais e pessoas interfere na produtividade e qualidade das obras. **Revista Técnica**, São Paulo, nº 158, Maio, 2017.
- GOMES, C.F.S – **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo, 2014.
- NEIVA NETO, R. de S.; RUSCHEL, R.C. Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades moveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001:2008. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 6, n.1, p. 16-23, 2013.
- PEREIRA, Fabiana Coelho. **Gestão de informações aplicadas à logística**. 2000. 39 f. Monografia (Especialista

em Logística Empresarial) - Curso de Logística Empresarial, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2018.

SHERMAN, W.; CRAIG, A. **Understanding virtual reality**. San Francisco: ed. Morgan kaufmann, 2003

SILVA, F. B. **Conceitos e Diretrizes para Gestão da Logística no Processo de produção de edifícios**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SILVA, J. M. - **O Ambiente da Qualidade na Prática – 5S** - Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2018.

SOARES, Patrícia Bourguignon; CARNEIRO, Teresa Cristina Janes, et al. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 175-185, 2016.

SOUZA, R.F. **Inovações Tecnológicas na Construção Civil**. 2019. 56f. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

VIEIRA, H. F. **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras**. 1ª Ed. – São Paulo: Editora PINI, 2016



16

PLANEJAMENTO E GESTÃO PARA EXECUÇÃO DE OBRAS PUBLICAS

PLANNING AND MANAGEMENT FOR THE EXECUTION OF PUBLIC WORKS

Mateus do Nascimento Santos¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

O planejamento e a gestão de obras públicas são fundamentais para garantir que os recursos financeiros e humanos sejam utilizados de forma eficiente na execução de projetos que atendam às necessidades da população. Para isso, é necessário que sejam seguidas etapas importantes, como a identificação das necessidades e objetivos da obra, a elaboração de estudos e projetos, a licitação e contratação de empresas capacitadas, a execução da obra de acordo com as especificações técnicas, o acompanhamento e fiscalização contínuos e a entrega e manutenção adequadas da obra.

Palavras-chave: Planejamento, Gestão, Obras Públicas, Eficiência, Necessidades.

Abstract

The planning and management of public works are essential to ensure that financial and human resources are used efficiently in the execution of projects that meet the needs of the population. For this, it is necessary to follow important steps, such as identifying the needs and objectives of the work, preparing studies and projects, bidding and contracting qualified companies, executing the work in accordance with the technical specifications, monitoring and continuous supervision and the proper delivery and maintenance of the work.

Keywords: Planning, Management, Public Works, Efficiency, Needs.



1. INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo há uma busca constante por melhorias nos processos construtivos, no setor público e privado, e as empresas estão direcionando seus olhares para essa evolução, para assim obter melhores resultados nos mais diversos âmbitos do setor comercial. Quando se trata de pequenas obras públicas, a falta de planejamento estratégico, atrapalha todo o processo evolutivo da obra, por mais que os recursos sejam abundantes, a falta de estratégia tornará o serviço oneroso e dificulta os demais procedimentos subsequentes, tal que existem muitas obras públicas inacabadas na maioria dos pequenos municípios do Brasil.

De fato, existem problemas adversos e indiretos que atrapalham ou podem vir interferir de alguma forma, porém a busca por processos inovadores deve aparecer para as empresas eliminarem ou minimizarem esses problemas, para que assim tenham um melhor custo de produção com o mínimo possível de desperdício, para cumprir prazos e entregar um produto final com excelência.

No entanto os custos e prazos estão cada vez mais desafiadores, várias empresas de construção civil, optam por não trabalhar com obras públicas em pequenas cidades, por conta das inúmeras dificuldades e possíveis prejuízos e, quando analisado esse contexto é possível traçar parâmetros e definir metas para futuros empreendimentos através de experiência já adquirida.

Diante do exposto o presente artigo apresenta o seguinte questionamento: Qual a importância de um planejamento eficiente para obras públicas? Para responder ao questionamento definiu-se como objetivo geral demonstrar que a ausência de planejamento direcionado a obras públicas compromete o processo construtivo. E como objetivos específicos demonstrar a necessidade de mão de obra qualificada e o cumprimento do cronograma sem adição de intervenção financeira

Portanto, para enfrentar todos esses desafios e importante ter um bom planejamento e uma ótima gestão e direcionar para apenas um único empreendimento específico, o grande erro é, levar o mesmo planejamento de uma obra para outra, que pode até funcionar, mas quando se trata de obras públicas em pequenas cidades, o cenário é completamente diferente. Essa pesquisa traz uma análise sucinta, principalmente para pequenas e microempresas, e espera-se assim contribuir com a sociedade em geral e a classe acadêmica com informações sobre o assunto.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização do (TCC) Trabalho de Conclusão de Curso foi uma Revisão de Literatura, de caráter qualitativo e descritivo. Para isso, foram analisados os trabalhos publicados nos últimos 7 anos, no idioma português, nos bancos de dados do Google Acadêmico na biblioteca virtual da instituição e no Scielo. Para facilitar a pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras chaves na busca pelo material a ser estudado: planejamento e gestão, tecnologia de construção, Orçamentação e controle.

3. OBRAS PÚBLICAS

“No Brasil, a dificuldade de aplicação das teorias de gestão tem sido muito maior do que no resto do mundo, devido às diferentes crises do mercado. Isto faz com que as empresas diminuam o interesse em investir em novas pesquisas e assim, conseqüentemente em novas tecnologias, tanto na execução quanto na gestão de projetos” (CORRÊA, 2008).

O planejamento é o primeiro passo para a realização de uma obra pública eficiente e eficaz, reforça a importância do planejamento para a realização de uma obra pública eficiente e eficaz. Um planejamento adequado permite que sejam identificadas as necessidades e objetivos da obra, e que os recursos financeiros e humanos sejam utilizados de forma mais eficiente, garantindo a qualidade da obra e evitando atrasos e custos extras. Além disso, um planejamento bem elaborado também ajuda a minimizar riscos e a otimizar a gestão da obra, contribuindo para a entrega de um projeto de sucesso. Dessa forma, o planejamento é realmente o primeiro passo fundamental para a realização de obras públicas eficientes e eficazes.

“As obras públicas são uma expressão do poder do Estado na transformação do espaço urbano e rural. Elas são responsáveis pela construção de equipamentos urbanos, como hospitais, escolas, praças e parques, além de estradas, pontes, portos e aeroportos, que possibilitam o crescimento econômico e social de uma nação” (REIS FILHO, 1998, p. 119).

A citação de Nestor Goulart Reis Filho destaca a importância das obras públicas na transformação do espaço urbano e rural. Essas obras são responsáveis por construir e melhorar equipamentos urbanos, como hospitais, escolas, praças e parques, além de infraestruturas de transporte, como estradas, pontes, portos e aeroportos. Esses equipamentos e infraestruturas são essenciais para o desenvolvimento econômico e social de um país, pois permitem o deslocamento de pessoas e mercadorias, o acesso a serviços e o lazer.

Além disso, as obras públicas têm um papel importante na redução das desigualdades sociais e territoriais. Elas podem ser utilizadas para levar serviços e equipamentos para regiões mais afastadas ou para áreas com carência de serviços básicos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das pessoas que vivem nesses locais.

No entanto, é importante destacar que a realização de obras públicas deve ser feita com planejamento e transparência, garantindo que os recursos públicos sejam utilizados de forma eficiente e que as obras atendam às necessidades da população. Além disso, é fundamental que as obras públicas sejam realizadas com responsabilidade ambiental, garantindo a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade das ações.

Por fim, é importante ressaltar que a realização de obras públicas é uma expressão do poder do Estado na transformação do espaço urbano e rural. Essa transformação deve ser feita de forma planejada, com a participação da sociedade, visando o desenvolvimento econômico e social e a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

4. LICITAÇÕES EM OBRAS PÚBLICAS CONCEITO E DEFINIÇÃO

“A licitação é o principal instrumento de seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública. É um processo que busca garantir a concorrência, a isonomia, a transparência e a eficiência na contratação de obras, serviços e compras públicas.” - Marçal Justen Filho, advogado especialista em Direito Administrativo (JUSTEN FILHO, 2016).



Nessa citação Marçal Justen Filho (2016) destaca a importância da licitação como instrumento de seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública, especialmente na contratação de obras, serviços e compras públicas.

Por meio da licitação, a administração pública tem a oportunidade de buscar as melhores propostas para a realização de obras públicas, garantindo a qualidade e a efetividade dos serviços prestados à sociedade. Além disso, a licitação promove a concorrência entre os participantes, o que pode resultar em preços mais competitivos e em um melhor aproveitamento dos recursos públicos.

“A licitação é um procedimento complexo, que exige o cumprimento de diversas normas e requisitos legais. Ela tem como objetivo principal selecionar a proposta mais vantajosa para a administração pública, garantindo a transparência, a eficiência e a economicidade na contratação de obras públicas.” - Hely Lopes Meirelles, jurista e autor de diversas obras sobre Direito Administrativo (MEIRELLES, 1971).

A citação de Hely Lopes Meirelles (1971) enfatiza a importância da licitação como um procedimento complexo e regulado por diversas normas e requisitos legais, que visa selecionar a proposta mais vantajosa para a administração pública. A licitação é um processo fundamental para garantir a transparência, a eficiência e a economicidade na contratação de obras públicas, uma vez que proporciona a concorrência entre os participantes, buscando a melhor oferta de serviços com qualidade e menor custo.

A transparência é um dos principais aspectos que a licitação busca garantir, através da publicidade dos atos e informações sobre o processo, o que permite o controle social e a fiscalização dos recursos públicos. Além disso, a licitação busca garantir a isonomia entre os participantes, de forma que todas as propostas sejam avaliadas em condições iguais.

Nesse contexto, a eficiência é um princípio fundamental da licitação, que visa assegurar que a contratação seja realizada com qualidade e menor custo, em busca do interesse público. Por isso, a escolha da proposta mais vantajosa deve levar em consideração diversos fatores, tais como a qualidade do serviço, o prazo de execução, o custo e a capacidade técnica dos participantes.

Assim, a citação de Hely Lopes Meirelles destaca a importância da licitação como um procedimento que busca garantir a transparência, a eficiência e a economicidade na contratação de obras públicas, o que é fundamental para a gestão dos recursos públicos e para o atendimento das necessidades da sociedade

4.1 Objetivos das licitações públicas

“A licitação tem como objetivo a seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública, assegurando a igualdade de condições a todos os interessados e a obtenção da melhor oferta de preço e qualidade para os serviços, obras e compras realizadas pelo Estado” (DI PIETRO, 2016).

Essa citação de Maria Sylvia Zanella Di Pietro (2016), uma das mais renomadas juristas brasileiras na área do Direito Administrativo, resume de forma clara e objetiva os objetivos fundamentais das licitações públicas. Ao estabelecer a seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública, a licitação busca assegurar que a contratação de serviços, obras e compras pelo Estado ocorra de forma transparente, isonômica e eficiente.



Figura 1. Fluxograma de processo licitatório. Fonte: TCU, secretaria geral de controle externo. Obras públicas 4ª edição, P.10.

5. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

“O planejamento se constitui hoje em um dos principais fatores para o sucesso de qualquer empreendimento” (GOLDMAN, 2004, p. 11). O planejamento é um dos principais pilares do desenvolvimento de projetos de uma empresa, compreendendo o projeto e possível traçar planos, como a elaboração de um cronograma físico e contábil da obra a ser executada, na fase de planejamento e possível ver se o projeto será viável ou não, se a obra pode afetar edificações em sua volta, sendo de forma positiva ou negativa.

A citação de Pedrinho Goldman enfatiza a importância do planejamento para o sucesso de qualquer empreendimento. Isso é particularmente relevante em projetos de grande porte, como obras públicas, onde a falta de planejamento adequado pode resultar em atrasos, custos elevados e até mesmo empreendimento malsucedidos.

O planejamento adequado deve considerar vários fatores, como a definição clara dos objetivos e metas do projeto, a identificação dos recursos necessários, a elaboração de um cronograma realista e a avaliação dos riscos envolvidos. Um implemento

Dessa forma, a citação de Goldman destaca a importância do planejamento na realização de empreendimentos bem-sucedidos, especialmente em projetos de grande escala, como obras públicas. Isso reforça a necessidade de se dedicar tempo e recursos suficientes para planejar e executar esses projetos de forma adequada, garantindo que eles atinjam seus objetivos de maneira eficiente e econômica.

5.1 Planejamento estratégico e técnico de uma empresa

Segundo Goldman (2004, p.15) “É responsável pelo estudo de viabilidade técnico-econômica do empreendimento, responsável pelo planejamento técnico-econômico das

obras, responsável pelo controle técnico-econômico das obras em andamento”. Ao considerar a execução de obras públicas em pequenos municípios, todos os fatores já descritos têm que serem levados para a discussão, além disso e importante ir a campo para obter mais dados referente a obra em questão, surpresas sempre acontecem por isso e preciso sempre ter um plano B, elaborar um fluxograma ajuda muito principalmente a lidar com possíveis transtornos.

Concordo com a citação de Goldman (2004) sobre a importância de se realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, planejamento e controle de obras públicas. Essas etapas são fundamentais para o sucesso da obra, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, garantindo que o dinheiro público seja bem investido e que a obra atenda às necessidades da comunidade.

No entanto, quando se trata de pequenos municípios, é importante ressaltar que a execução de obras públicas pode apresentar desafios adicionais, como limitações de recursos e de capacidade técnica. Nesse sentido, a realização de levantamentos de campo para obter mais informações sobre a obra é extremamente importante, pois permite que os gestores públicos tenham um conhecimento mais detalhado das condições locais e possam elaborar planos mais realistas e efetivos.

Ademais, como mencionado, imprevistos podem ocorrer durante a execução da obra, por isso a elaboração de um plano B e a criação de um fluxograma são fundamentais para garantir a continuidade do projeto e a minimização de transtornos para a comunidade.

Em resumo, o sucesso da execução de obras públicas em pequenos municípios depende de um planejamento cuidadoso, da realização de estudos de viabilidade, do controle técnico-econômico e do acompanhamento da obra de perto, além da elaboração de planos alternativos para lidar com imprevistos.

6. ORÇAMENTO

Segundo Carl Vicent Limmer (1996, p. 94) “Orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a um projeto, de acordo com o plano de execução previamente estabelecido, gastos esses traduzidos em quantitativos” os custos unitários do orçamento podem ser de bases monetárias, mas podem ser de bases não monetárias, que são expressas como materializadas no empreendimento e se dão por homens horas reais de trabalho.

A definição de orçamento apresentada por Limmer (1996) é bastante precisa, destacando que se trata de uma ferramenta fundamental para a gestão de projetos, permitindo a determinação dos gastos necessários para a execução do empreendimento. Além disso, é interessante observar que os custos unitários podem ser expressos tanto em bases monetárias como não monetárias, como é o caso das horas trabalhadas pelos colaboradores envolvidos no projeto. Essa abordagem mais ampla permite uma compreensão mais abrangente dos custos envolvidos na obra ou serviço, permitindo uma gestão mais eficiente e uma alocação mais precisa dos recursos disponíveis. Dessa forma, a elaboração de um orçamento bem estruturado e fundamentado é um dos principais pilares para o sucesso de qualquer projeto, seja ele público ou privado.

“O orçamento detalhado da obra é, sem dúvida, a mais importante ferramenta para o planejamento e acompanhamento dos custos de construção. Para a sua elaboração é necessária, entre outras, a seguinte documentação relativa ao empreendimento” (GOLDMAN, 2004, p. 69). Desse modo o orçamento contempla todas as fases que se iniciam des-

de o, projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto de instalações, projetos especiais complementares, de posse dessas documentações, o técnico responsável pelo orçamento, dará início a seu trabalho, fazendo quantitativos de todas as fases da construção.

De fato, o orçamento é uma ferramenta essencial para o planejamento e controle dos custos de uma obra. A sua elaboração detalhada, que envolve a quantificação dos materiais, serviços e mão de obra necessários para a execução do empreendimento, permite um planejamento financeiro mais preciso e eficiente. Dessa forma, o orçamento auxilia na prevenção de desperdícios, na identificação de possíveis problemas e na tomada de decisões em relação aos custos. Além disso, ao acompanhar e atualizar o orçamento durante a execução da obra, é possível monitorar os gastos e realizar ajustes caso seja necessário. Assim, a elaboração e atualização constante do orçamento é fundamental para o sucesso de um empreendimento de construção civil.

“O Ciclo Orçamentário é um processo que envolve as diferentes etapas da elaboração, discussão, aprovação, execução e avaliação do orçamento público, compreendendo desde a formulação do planejamento até a apresentação do relatório final” (GIACOMONI, 2010).

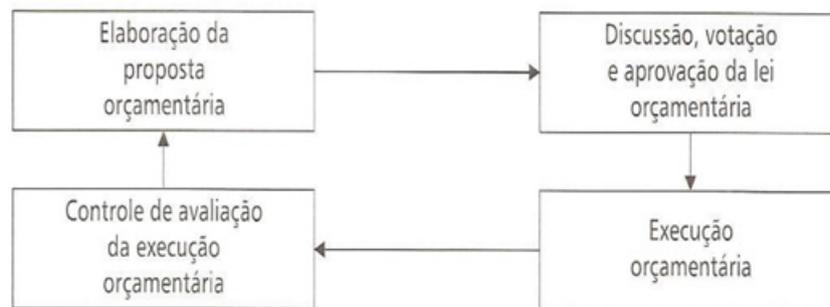


Figura 2. Ciclo orçamentário

Fonte: Giacomoni 2010, p 211

A citação de Giacomoni (2010) sobre o Ciclo Orçamentário destaca a complexidade do processo que envolve todas as etapas relacionadas à elaboração, discussão, aprovação, execução e avaliação do orçamento público. O Ciclo Orçamentário é uma ferramenta importante para a gestão financeira e planejamento das ações governamentais, garantindo transparência e eficiência na utilização dos recursos públicos.

O processo inicia-se com a formulação do planejamento, que deve estar alinhado às diretrizes e objetivos estratégicos do governo. Na elaboração do orçamento, devem ser consideradas as metas e prioridades definidas, bem como os recursos disponíveis para executá-las. A fase de discussão é essencial para a construção de consensos e para a participação da sociedade no processo, uma vez que o orçamento público é um instrumento de participação cidadã.

A etapa de aprovação é crucial para a efetividade do Ciclo Orçamentário, já que define os recursos que serão destinados para cada área de atuação e programa. A execução do orçamento deve ser realizada de forma transparente e com base nos critérios estabelecidos no processo de elaboração e aprovação. O controle da execução do orçamento é fundamental para evitar desvios e assegurar a efetividade das ações governamentais.

Por fim, a avaliação do Ciclo Orçamentário permite verificar a efetividade das políticas públicas implementadas e do uso dos recursos disponíveis, além de fornecer informações para aprimorar o processo de planejamento e gestão financeira do governo. Portanto,

compreender e aplicar o Ciclo Orçamentário de forma eficiente e efetiva é fundamental para a gestão responsável dos recursos públicos e para garantir a realização de políticas públicas de qualidade.

Sendo no âmbito nacional o orçamento anual da União é composto pelos orçamentos: Fiscal, da Seguridade Social e de Investimento das Estatais. Ele prevê todos os recursos e fixa todas as despesas do Governo Federal, referentes aos Poderes Legislativo, Executivo e Judiciário.

7. CONCLUSÃO

Em conclusão, os trechos citados ressaltam a importância do planejamento e controle de obras para o sucesso de empreendimentos, tanto em geral como especificamente em obras públicas. O planejamento adequado é essencial para garantir a viabilidade técnico-econômica do projeto, identificar recursos necessários, definir metas e objetivos claros, e elaborar cronogramas realistas. Além disso, é fundamental considerar os riscos envolvidos e estar preparado para lidar com imprevistos.

No caso de obras públicas em pequenos municípios, é necessário adaptar o planejamento às limitações de recursos e capacidade técnica existentes. Realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, obter informações através de levantamentos de campo e criar planos alternativos são medidas cruciais para enfrentar os desafios específicos desses contextos.

O planejamento estratégico também é destacado como um processo contínuo e dinâmico, que deve ser ajustado de acordo com as mudanças e oportunidades do mercado. Isso ressalta a importância de considerar fatores externos, como as demandas e necessidades da comunidade, ao planejar e controlar obras públicas.

Em suma, um planejamento bem-executado e um controle eficaz são essenciais para o sucesso de qualquer empreendimento, especialmente em obras públicas. Ao considerar os aspectos técnicos, econômicos e estratégicos, é possível maximizar as chances de alcançar os objetivos, utilizar os recursos de forma eficiente e obter resultados satisfatórios tanto para a empresa como para a comunidade atendida.

Referências

- GIACOMONI, James. **Orçamento público**. 15. ed. rev., amp. e atual. São Paulo: Atlas S.A, 2010.
- GOLDMAN, **Pedrinho**, **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 04 Ed. São Paulo: Editora Pini 2004
- JUSTEN FILHO, Marçal. **Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. 18ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2016.
- LIMMER, Vicent Carl, **Planejamento orçamentação e controle de projetos de obras**. 01 Ed. São Paulo: Editora JC 1996.
- MEIRELLES, Hely Lopes. Licitações e contratos administrativos. **Revista de Direito Administrativo**, v. 105, p. 14-34, 1971.
- REIS FILHO, Nestor Goulart. **Modernização e cultura arquitetônica no Brasil**. São Paulo: Edusp, 1998.

17

TELHADO VERDE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

GREEN ROOF IN CIVIL CONSTRUCTION: A LITERATURE REVIEW

Gilgleydson Adley Vieira Pereira¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A sustentabilidade é um dos pontos a ser considerado quando se fala do planejamento de novos empreendimentos da construção civil, de modo que estudos e pesquisas quanto à novos materiais, métodos construtivos, soluções e tecnologias para atender essa demanda se tornaram um dos focos do processo de pesquisa e desenvolvimento dessa indústria. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo principal demonstrar a eficácia da cobertura verde como alternativa sustentável que garante benefícios significativos dentro da construção civil. Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica com pesquisa nas bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO) selecionando produções científicas e acadêmicas publicadas entre 2018 e 2023. Verificou-se que um telhado verde extensivo é caracterizado por baixo peso, uma camada de cultura leve (substrato verde), uma escolha de plantas resistentes às condições do telhado, manutenção mínima e custos de instalação limitados. Uma cobertura verde semi-intensiva é composta por uma maior espessura de substrato de forma a alargar a gama de plantas, resultando numa maior manutenção e regas por vezes imprescindíveis. Conclui-se que a utilização dos telhados verdes é benéfico não apenas para a edificação em que é instalado, mas também para a área urbana adjacente, uma vez que possibilita maior penetração do verde em espaços que geralmente são ocupados por concretos e outros materiais construtivos convencionais que não têm um apelo na sustentabilidade. Assim favorece a melhoria da qualidade de vida dos habitantes/usuários de uma edificação assim, daqueles que vivem em suas imediações.

Palavras-chave: Sistema construtivo. Cobertura verde. Jardim suspenso.

Abstract

Sustainability is one of the points to be considered when talking about the planning of new construction projects, so that studies and research on new materials, construction methods, solutions and technologies to meet this demand have become one of the focuses of the development process. research and development in this industry. Thus, this work had as main objective to demonstrate the effectiveness of the green roof as a sustainable alternative that guarantees significant benefits within civil construction. This work is a bibliographical review with research in the electronic databases Google Scholar and Scientific Electronic Library Online (SciELO) selecting scientific and academic productions published between 2018 and 2023. It was verified that an extensive green roof is characterized by low weight, a light crop layer (green substrate), a choice of plants resistant to roof conditions, minimal maintenance and limited installation costs. A semi-intensive green cover is made up of a thicker substrate in order to widen the range of plants, resulting in greater maintenance and sometimes essential watering. It is concluded that the use of green roofs is beneficial not only for the building in which it is installed, but also for the adjacent urban area, since it allows greater penetration of green into spaces that are usually occupied by concrete and other conventional building materials. that do not have a sustainability appeal. Thus, it favors the improvement of the quality of life of the inhabitants/users of such a building, of those who live in its vicinity.

Keywords: Constructive system. Green cover. Hanging garden.

1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais decorrentes da industrialização, aumento da população e intensa urbanização em andamento no Brasil e no mundo têm sido objeto de atenção da coletividade. Nesse cenário, as preocupações ambientais estão alimentando discussões na busca por soluções consideradas mais sustentáveis em todas as indústrias, inclusive da construção civil, levando a uma crescente demanda por pesquisas quanto às práticas de construção e materiais que ofereçam alternativas com menor impacto ambiental.

O assunto sustentabilidade está inserido no dia a dia das pessoas, seja no trabalho, em casa ou em qualquer tipo de publicidade. A condição abordada nesse trabalho é a questão de sustentar a construção civil através da técnica construtiva de telhados vivos que possam promover menor impacto ambiental, seguindo a tendência exigida por muitos investidores, e mesmo pelo mercado e sua legislação.

A construção civil é uma atividade com uma grande capacidade de interferência ambiental, por isso, desde a concepção deve-se propor um projeto que possa usar como pilares a motivação ambiental associada à viabilidade econômica, diante disso, o presente trabalho almeja arrazoar acerca das coberturas implementadas utilizando a tecnologia de telhado verde, que é multicamada, portanto, requer projeto e implementação precisos para sua eficiência e segurança.

Diante disso, faz-se necessário afirmar que o uso dos telhados verdes é relevante ao nível da poupança energética que pode gerar, incluindo ainda a possibilidade de aproveitamento de águas cinzas decorrentes das chuvas, assim como promover uma climatização e a diminuição do ruído do ambiente interno dos edifícios, como forma de proteção eficaz contra a radiação solar e captura de dióxido de carbono, que cooperam para a melhoria de vida nas áreas urbanas. Neste contexto, a problemática resultante é: quais técnicas construtivas para implantação de projetos de telhado verde têm sido popularizadas na construção civil brasileira?

Existe uma crescente preocupação com as questões climáticas e ambientais, de modo que a aplicação de técnicas construtivas que contribuam para uma forma mais sustentável de construção civil justifica novos estudos sobre a utilização da cobertura verde como opção capaz de trazer benefícios não apenas a uma edificação e seus moradores/usuários, mas também a nível urbano, justificando o interesse pelo estudo do tema.

Assim, o presente estudo se tornou importante como forma de captar o estado da arte sobre a tecnologia de telhado verde, ampliando o entendimento das suas aplicações e analisar resultados de estudos de acadêmicos e profissionais nacionais que favorecem a adoção da cobertura verde como alternativa às coberturas tradicionais de edifícios.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo principal demonstrar a eficácia da cobertura verde como alternativa sustentável que garante benefícios significativos dentro da construção civil. Ademais, foram ainda delimitados como objetivos secundários: abordar, a partir de uma revisão de literatura, os tipos de telhado verde sobrepostos em edificações e demonstrar os benefícios ambientais do telhado verde, que possibilitam que a construção civil possa atender aos princípios de sustentabilidade incidentes pela demanda de mercado.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Este trabalho trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica em trabalhos publicados sobre o tema, por meio do estudo de artigos científicos apresentados em eventos nacionais, assim como em revistas científicas, livros, teses e dissertações, referentes à temática e disponíveis nas bases de dados eletrônicas Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO).

As buscas foram conduzidas nas citadas bases de dados entre março e abril de 2023 com a utilização dos termos, juntos ou separados: a) sistema construtivo; b) telhado verde; c) cobertura verde; d) jardim suspenso.

Como critérios de inclusão aplicados à presente revisão de literatura, foram selecionadas as publicações produzidas em português, cujo conteúdo estava integralmente disponibilizado de forma gratuita nas bases de dados citadas e que foram publicadas entre 2018 e 2023.

Como critérios de exclusão, foram dispensados os estudos cujos conteúdos não estavam disponíveis integralmente, as dissertações, as teses e os artigos os quais a abordagem que não atendiam aos objetivos dessa pesquisa, além das publicações produzidas em outros idiomas e cuja data de publicação era anterior à 2018.

2.2 Resultados e Discussão

As etapas produtivas da construção civil têm um papel de suma importância na promoção da sustentabilidade. Considerando que são muitos os impactos da construção no meio ambiente, que se estendem desde a extração de matéria prima até o fim da vida útil de uma edificação, com a reciclagem, reutilização ou descarte de suas partes, entende-se que a produtividade da construção tem impactos difusos e de longo prazo nessas três áreas: ambientais, econômicas e sociais (MOTTA; AGUILAR, 2019).

Em tempos de mudança climática, a construção ecológica está se tornando cada vez mais importante. A demanda por soluções sustentáveis para a vida está crescendo e as empreiteiras e construtoras que se posicionarem em direção a assumir um compromisso com a sustentabilidade de seus empreendimentos tendem a ganhar mercado e agregar valor aos seus investimentos, pois a sociedade está cada vez mais ligada às questões ambientais.

A sustentabilidade é um dos pontos a ser considerado quando se fala do planejamento de novos empreendimentos da construção civil, de modo que estudos e pesquisas quanto à novos materiais, métodos construtivos, soluções e tecnologias para atender essa demanda se tornaram um dos focos do processo de pesquisa e desenvolvimento dessa indústria (RINCÓN, 2018).

O conceito de sustentabilidade pode ser interpretado de forma diferente dependendo do autor ou profissionais do setor, não só na construção civil, mas também no cotidiano das pessoas, pois a preocupação com o meio ambiente vem aumentando de forma gradativa, junto com a responsabilidade social e o respeito ao espaço público.

Conforme Porto *et al.* (2018), a sustentabilidade é um princípio de ação para o uso dos recursos, no qual a satisfação permanente das necessidades deve ser garantida preservando a capacidade de regeneração natural dos sistemas envolvidos, especialmente seres vi-

vos e ecossistemas. A definição ecológica de sustentabilidade vem do chamado Relatório Brundtland de 1987 e descreve o desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem afetar as condições das gerações futuras.

Quanto aos aspectos ambientais na construção civil que podem ser melhorados a partir dos princípios de sustentabilidade é possível apontar o uso racional e a diminuição de extração dos recursos naturais, redução do consumo de eletricidade e água, alívio dos efeitos causados pelas mudanças climáticas pela redução da emissão de gases do efeito estufa, a utilização de tecnologias e materiais de menor impacto ambiental, tratamento e reutilização dos resíduos da construção e operação, dentre outras (ROQUE; PIERRI, 2019).

Nesse sentido, o telhado verde, também conhecido como cobertura viva, cobertura vegetal ou telhado vivo, é uma técnica cujo objetivo principal é aplicar solo e vegetação sobre estruturas de cobertura impermeáveis, em diversos tipos de edificações. Por meio da impermeabilização e drenagem da cobertura dos edifícios, cria-se condições para o implemento do telhado verde.

Ao uso dos telhados verdes não é uma tecnologia exatamente contemporânea, pois é conhecida em regiões diversas, tais como Alemanha, Argentina, Tanzânia e Islândia, e exemplos de suas aplicações vem sendo catalogadas em diversas fases históricas (SILVA; KASHIWA, 2018).

Tem-se registros desse tipo de tecnologia de cobertura ser utilizada na antiga Mesopotâmia e na Babilônia, regiões atualmente conhecidas como Iraque, onde algumas edificações foram construídas entre 600 a.C. e 450 a.C, como por exemplo, os famosos Jardins Suspensos da Babilônia, com o mais famoso de todos os telhados verdes, o Etemenanki, que tinha uma altura total de 91 metros e base quadrada de 91m².

Vegetação no telhado não é a extravagância do mundo moderno. Muitas vezes, as áreas urbanas não fornecem espaço suficiente para a vegetação. Uma solução ideal, então, pode ser a utilização de verde no telhado. Soluções semelhantes, assim como muitos processos construtivos milenares ainda têm seus princípios aplicados na construção civil do século XXI.

As tecnologias e os materiais evoluíram e foram introduzidas alterações nas metodologias construtivas das coberturas verdes modernas a fim de melhorar a sua estética, fornecer resfriamento no verão, aumentar a biodiversidade e a capacidade de limitar o escoamento das águas pluviais, além de e prolongar a vida útil do telhado (MARTINS PRIMO, 2020).

Dessa forma, há uma demanda crescente por sistemas de coberturas verdes que, além de serem esteticamente mais atraentes, também oferecem várias outras comodidades, pois consomem menos recursos e exigem menos manutenção. Esses tipos de coberturas são uma estratégia eficaz para adornar edifícios, atenuar os efeitos das alterações climáticas e apoiar o crescimento das plantas em áreas urbanas, além da possibilidade de considerar o cultivo de ervas, plantas comestíveis e pequenas frutíferas ou escolher a vegetação de tal maneira que seja atraente para abelhas e borboletas, insetos polinizadores que são considerados precursores de ecodiversidade em equilíbrio (MUSTAFA; ALVIM, 2018).

Então, o telhado verde tem muitas vantagens, que dizem respeito a questões econômicas, ecológicas e sociais. Isso inclui acúmulo de água da chuva, purificação do ar, redução da temperatura ambiente, controle interno da temperatura, participação na economia de energia e aumento da diversidade de espécies nas cidades.

No entanto, Rocha (2020) destaca que mesmo com todas as vantagens do uso do te-

lhado verde ecológico, os altos custos de implementação devido ao emprego de camadas adicionais tornam a técnica acessível geralmente somente às pessoas em situação financeira privilegiada, o que denota uma lacuna técnico-social.

Todo telhado verde absorve e acumula água. Isso é feito tanto nas plantas, no solo quanto na camada de drenagem. A água retorna à atmosfera evaporando-se ou sendo lentamente liberada na rede de esgoto. A quantidade de água que pode ser armazenada no telhado verde depende da espessura e do tipo de substrato, drenagem e vegetação utilizadas (SILVA; SILVA, 2021).

A mudança climática significa, entre outros, que a intensidade das chuvas em toda a Terra está aumentando. As redes de esgoto nem sempre lidam com a coleta de quantidades tão grandes de água. Nos últimos anos, em alguns lugares os rios estão inundando com muito mais frequência, áreas maiores também são inundadas. Isso geralmente causa enormes perdas econômicas e danos ambientais.

Diante desse tipo de problema, a importância dos telhados verdes que armazenam grandes quantidades de água está aumentando. Especialmente nas cidades onde a vegetação foi forçada a dar lugar à pavimentação e aos edifícios. Dessa forma, a implantação de telhados verdes em regiões urbanas pode reduzir significativamente a quantidade de água que flui para o sistema de esgoto, reduzindo inundações e sobrecarga do sistema de escoamento (SOUSA; PEREIRA; LIMA, 2022).

Nesse sentido, Oliveira, Rezende e Pizzo (2021) afirmam que o telhado verde pode ser vantajoso para minimizar muitos efeitos negativos da urbanização, pois ajuda a reduzir o efeito da ilha de calor urbana, promove a melhoria da qualidade do ar, permite pelo menos parcialmente recuperar a superfície biologicamente ativa destinada à construção da instalação, além de otimizar a absorção de som, melhorar o microclima aumentando a umidade relativa do ar. Isso se traduz diretamente no conforto mental e no bem-estar das pessoas que vivem em espaços urbanos contemporâneo, demonstrando que possui várias funções puramente utilitárias.

A drenagem adequada do telhado tem um impacto decisivo sobre se a vegetação terá condições favoráveis de desenvolvimento ou será prejudicada. Por sua vez, a implementação da impermeabilização insuficientemente protegida contra o crescimento excessivo de raízes pode causar danos, implicando enormes custos associados não apenas à necessidade de remover e reposicionar camadas individuais do telhado verde, mas também na eliminação dos efeitos danosos na estrutura do edifício, como no caso de deficiência da impermeabilização propensa a causar infiltrações.

Para Lins *et al.* (2022), dependendo do tipo de sistema, as camadas individuais de telhados verdes diferem em espessura, mas em cada tipo os seguintes componentes podem ser distinguidos: camada impermeável, isolamento térmico, camada drenante, camada filtrante, solo, substrato e vegetação, como ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Camadas de um telhado verde.

Fonte: Leite (2019)

Conforme observado na Figura 1, o isolamento de umidade, a chamada impermeabilização, deve desempenhar sua função de maneira confiável durante toda a vida útil da instalação e ter as seguintes características: estanqueidade, resistência à compressão e crescimento excessivo, hidrólise e ácidos húmicos, produtos químicos e fertilizantes, bem como força biológica. Nessas condições, uma manta pré-fabricada de elastômero sintético de etileno-propileno-dieno-monômero (EPDM) ou filmes em polietileno de alta densidade (PEHD) são mais adequados.

O isolamento térmico protege o interior do edifício contra perda de calor. Na construção de telhados verdes, por exemplo, podem ser usadas placas de Poliestireno extrudado (XPS), resistentes às cargas do sistema colocadas sobre elas e protegendo a camada de impermeabilização. Esses elementos também são caracterizados por baixa absorção de água, graças à qual não são suscetíveis à água e mantêm totalmente o isolamento térmico (SOUSA *et al.*, 2021).

A camada de drenagem permite drenar o excesso de água da chuva para o sistema de retenção ou drenos do telhado fora da instalação. Também serve para proteger as camadas do solo contra a secagem, bem como as gaseificadas. Deve ser feito de um material que não constitua uma barreira às raízes das plantas, com diferentes alturas e grau de acúmulo de água. O cascalho ainda é material frequentemente usado, embora não seja recomendado devido ao seu alto peso e baixa capacidade de acumulação de água.

A camada de filtragem é usada para purificar a água que penetra nas camadas inferiores, visando evitar a lixiviação de partículas finas da camada de crescimento e assorear a camada de drenagem. Ao mesmo tempo, deve garantir o fluxo adequado de água entre as camadas (LASSEN *et al.*, 2022).

A camada de substrato é um meio que fornece às plantas condições para o desenvolvimento adequado. Dependendo do tipo de vegetação no telhado, são utilizadas misturas apropriadas. Um substrato bem escolhido deve consistir em componentes minerais, porosos e resistentes, com alta capacidade de armazenar água da chuva na camada de crescimento, garantindo a saída de excesso para drenagem. Podem ser materiais obtidos artificialmente, argila expandida, cinzas ou escória reciclada. A forma e o tamanho dos materiais utilizados são importantes devido ao impacto na permeabilidade da água (RAMOS, 2021). A vegetação selecionada depende do tipo de sistema: extensivos, intensivos e os semi-intensivos, conforme dados expressos no Quadro 1.

Tipo de vegetação segundo o sistema	Características
Extensivos	Substrato de baixa profundidade, com espécies de plantas que requerem cuidado mínimo e um pequeno espaço para o desenvolvimento das raízes. A altura da estrutura, somando a vegetação pode variar entre 6 a 20 cm com peso total entre 60kg/m ² a 150kg/m ²
Semi-intensivo	Vegetação de porte mediano, tendo com altura total da estrutura 12 a 25 cm, e carga variando de 120kg/m ² a 200kg/m ²
Intensivos	Plantas de nível médio a grande, com altura entre 15 a 40 cm com carga entre 180kg/m ² a 500kg/m ² .

Quadro 1. Sistemas de vegetação de telhados vivos e suas características

Fonte: Adaptado de Rocha (2020)

O telhado com vegetação do tipo extensiva, tanto nas etapas de projeto, construção e operação, tem custos menores que o intensivo, embora possa ser menos eficaz, e além disso essencialmente não se destina a fins de outras utilidades, como usos humanos. O telhado no sistema intensivo gera custos operacionais mais altos, já que requer fertilização regular, irrigação, cuidados com poda, remoção de plantas mortas etc. Custos adicionais ainda podem incluir um sistema de irrigação automática, recuperação de água da chuva, dentre outros.

Destaca-se que considerando essas premissas, as coberturas que aderem à proposta extensivas determinam custos menores para implantação, seu peso tende a imprimir menor carga na estrutura, além das vantagens de recorrer ao plantio de vegetações de pequeno porte e adaptadas à região, o que promove a redução da necessidade de irrigação nas estações mais quentes e de menor índice pluviométrico, bem como dos custos com manutenções menos frequentes.

O limite para o telhado verde é a capacidade de carga da estrutura do edifício em que é construído. Ao projetar um telhado coberto de vegetação, devem ser levadas em consideração as cargas de todas as camadas do sistema embebidas em água, juntamente com o peso do volume da vegetação. Para áreas em que o tráfego de pedestres ocorre apenas para manutenção e cuidados, cargas adicionais não precisam ser incluídas (BRAZ; BRAZ, 2020).

Assim conhecidos os princípios básicos construtivos, vantagens e desvantagens da utilização dos telhados verdes, faz-se indispensável apresentar os resultados de alguns estudos casos realizados sobre o tema por pesquisadores brasileiros.

Lima, Silva e Fontineles (2019) realizaram um estudo comparativo entre o uso do telhado verde e o uso dos telhados convencionais (fibrocimento e cerâmico) para elaboração de um projeto de cobertura de 60m², com ênfase no custo-benefício e nas vantagens e desvantagens no processo de execução. Verificaram que quanto aos custos, considerando a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (Sinapi) o orçamento para cobertura de fibrocimento foi a menor e a cobertura verde em laje pré-moldada foi a maior custo. Porém, este último apresenta o melhor percentual de otimização (tempo menor de execução) e, conseqüentemente, uma maior eficácia com relação ao período de execução dos demais projetos.

A instalação de um telhado vivo requer capacidade adequada de carga no teto, capaz de transferir as cargas geradas por suas diversas camadas, carga de água e crescimento da vegetação. No caso do sistema constituído por todo o telhado, a carga intensiva depende da espessura do substrato e do tipo de vegetação, mas pode ser ainda maior que 800-1000

kg / m², dependendo de sua constituição e dimensões (LASSEN *et al.*, 2022).

Isso significa que para poder montar este tipo de telhado deve-se reforçar a estrutura do telhado existente ou, no caso de uma nova instalação, adaptá-la às cargas planejadas, o que gera custos adicionais na fase de projeto e instalação, além de outros inerentes ao uso e manutenção para manter um desempenho adequado e seguro.

Bär *et al.* (2020) destacaram que é importante que todos os elementos constituintes dos telhados verdes sejam funcionais e atendam às suas funções específicas, de modo que realizaram um estudo específico da camada de drenagem em cinco protótipos com diferentes tipos de camada de drenagem, as quais foram monitorados durante as estações de inverno e verão (2018/2019) em Curitiba – PR, visando mensurar a efetividade de distintos substratos drenantes quanto sua capacidade de retenção de escoamento pluvial.

Foram testados substratos sem camada de drenagem, com painel modular, argila expandida, brita graduada e tapete drenante. Como resultado cada tipo de material drenante proporcionou um desempenho particular, que podem ser mais eficientes e otimizar o desempenho dos telhados verdes em determinadas regiões e climas, porém o painel modular apresentou um desempenho superior a todos os demais substratos drenantes avaliados, enquanto a argila expandida mostrou o menor desempenho entre os demais.

Solfa, Costa e Aparecido (2020) realizaram um experimento visando analisar as vantagens e desvantagens da utilização de telhado verde na madeira e estudar a eficiência de três tipos de impermeabilização: PVC, argamassa impermeabilizante e manta asfáltica. As demais camadas isolamento, drenagem, filtragem e substrato foram compostas por argila expandida, manta têxtil, solo orgânico e grama. Como resultado das análises de infiltração e resistência do material, realizadas em laboratório, obteve-se a variação porcentual de água infiltrada, e através do equipamento de compressão, foi possível saber a resistência dos protótipos, verificou-se que o pior método de impermeabilização foi a argamassa e a que mais se adequa foi a manta de PVC.

Rocha (2020) avaliou o desempenho térmico de um telhado verde ecológico de baixo custo, em Caruaru/P, usando dois protótipos de dimensões idênticas, construídos com lajes pré-fabricadas e impermeabilizadas, que foram expostos às condições climatológicas semelhantes. Sobre a laje de um dos protótipos foi instalado um arranjo sustentável produzidos em garrafas PET para acomodar o substrato de terra tratada e a vegetação de Aranto (*Kalanchoe laetivirens*). Com termômetros e termohigrômetros, foram monitorados os dados de temperatura interna dos ambientes, observando-se que o telhado verde ecológico promoveu uma atenuação térmica de até 0,79°C na média mensal, 2,8°C na amplitude térmica diária, e 2,7°C nos horários mais quentes de dias específicos. O baixo custo de investimento, a sustentabilidade e a eficácia no desempenho térmico se mostraram eficiente, potencializando uma ampla utilização da técnica.

A partir dos estudos apresentados, verifica-se que os telhados verdes têm funções de isolamento térmico eficientes. As superfícies expostas de telhados convencionais de lajes de concreto, comuns nos grandes centros urbanos tendem a aquecer com maior facilidade e devolver o calor à atmosfera, o que faz com que a temperatura na cidade suba, e a consequência é o acúmulo de poluição atmosférica.

A vegetação desse tipo de telhado promove a retenção de água da chuva, contribuindo para a melhoria das condições climáticas e mais especificamente o equilíbrio da água nas áreas urbanas. Protegem contra o aquecimento excessivo do interior no verão e seu resfriamento no inverno, podendo, portanto, fazer parte do isolamento térmico do edifício. Também limitam a penetração da radiação UV, minimizando o risco de danos causados por altas temperaturas. Além disso, as plantas introduzidas no telhado limitam flutuações



diárias de temperatura, minimizando o risco de microfissuras nas camadas externas.

As plantas desses telhados vivos filtram o ar e absorvem poluição prejudicial, sendo uma ferramenta importante contra a poluição atmosférica. Além disso o microclima melhora nas imediações do telhado verde, pois as plantas aumentam os níveis de umidade, diminuem a temperatura e produzem oxigênio.

3. CONCLUSÃO

O setor de construção desempenha um papel fundamental na consecução das metas globais de desenvolvimento sustentável, visto que é considerado como um setor de atividade humana que consome muitos recursos naturais e o uso pesado de energia, gerando um impacto ambiental significativo. Quanto ao desenvolvimento sustentável, se refere ao desenvolvimento que atenda às necessidades vigentes da sociedade sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades.

Um telhado verde é um arranjo de ecologização feito de materiais e plantas instalados no topo de um edifício. A vegetação visa ser autônoma graças a uma seleção de plantas capazes de se desenvolver em um ecossistema estável. Esse tipo de cobertura verde é usado em particular para combater ilhas de calor que se desenvolvem nas cidades, fazendo parte de uma abordagem de desenvolvimento sustentável, oferecendo isolamento natural em áreas urbanas.

Um telhado verde pode ser aplicado a todos os tipos de edifícios, residenciais, industriais e comerciais, como casas, supermercados e fábricas. Muitas são as vantagens para investir na implantação de coberturas verdes, dentre as quais destacam-se: diminuição da ilha de calor; ajuda na realização da drenagem referente à água da chuva; coleta o gás carbônico e gera oxigênio; ajuda no isolamento térmico e esfriamento por evaporação; além de serem bonitos e estilosos. São desvantagens: alto custo inicial, mão de obra especializada para instalação e caso o sistema do telhado verde não seja aplicado de forma correta, pode ocasionar infiltração de água e umidade na edificação, mais energia empregada na fabricação.

Conclui-se que a utilização dos telhados verdes é benéfico não apenas para a edificação em que é instalado, mas também para a área urbana adjacente, uma vez que possibilita maior penetração do verde em espaços que geralmente são ocupados por concretos e outros materiais construtivos convencionais que não têm um apelo na sustentabilidade. Assim favorece a melhoria da qualidade de vida dos habitantes/usuários de uma edificação assim, daqueles que vivem em suas imediações.

Como sugestão para trabalhos futuros, indica-se que sejam realizadas pesquisas quanto ao uso inovador de materiais que possam arrefecer os custos de projetos de telhados verdes, bem com a aplicação de técnicas construtivas que possam ser aplicadas em larga escala, pensado no uso em série como em projetos habitacionais sociais, como por exemplo Minha Casa, Minha Vida, servindo de cobertura para as construções bem com para o plantio de pequenas hortas que possam atender parte das demandas alimentares de seus moradores, associando assim a segurança habitacional, sustentabilidade e segurança alimentar.

Referências

- BÄR, B. V.; TAVARES, S. F.; CONCEIÇÃO, M. da C.; LACERDA, S. de M. Influência da camada de drenagem na retenção de escoamento de telhados verdes. *In: Encontro Nacional de Tecnologia Do Ambiente Construído*, 18., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/982>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- BRAZ, S. N.; BRAZ, J. C. R. Telhado Verde: Uma nova tecnologia sustentável. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**. v. 08, n. 65, p. 147 - 157, 2020. Disponível em: https://scholar.archive.org/work/cna7xcor6vbwbjbtgsj4pqdote/access/wayback/https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/download/2587/2355. Acesso em: 12 abr. 2023.
- LASSEN, Â. *et al.* Telhado verde - vantagens e benefícios trazidos para as edificações. *In: Seminário de Iniciação Científica*, 30, 2022, **Anais [...]**. UNIJUÍ, Ijuí/RS, 2022. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/22073/20568>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- LEITE, M. B. A. **Telhados verdes**. *Ambiente Brasil*, 2019. Disponível em: <https://noticias.ambientebrasil.com.br/redacao/2019/06/19/152571-telhadosverdes.html>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- LIMA, C. A. S.; SILVA, J. R. A.; FONTINELES, F. H. S. Telhados verdes e telhados convencionais: uma análise comparativa sob a ótica da relação de custo-benefício. **Revista Artigos. Com**, v. 10, p. e2050, 14 nov. 2019. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/2050/997>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- LINS, E. A. M. *et al.* Estimativa da Eficiência de um Telhado Verde Baseado em Método Empírico. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13 n. 7, Jul./2022. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/7536>. Acesso em: 09 abr. 2023.
- MARTINS PRIMO, S. M. C. **Análise e percepção da viabilidade do telhado verde**: estudo de caso no Tribunal de Justiça de Pernambuco. 2020. 110f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental). Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, Recife, 2020. Disponível em: <http://200.17.134.59:8080/pergamumweb/vinculos/000003/000003aa.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- MOTTA, S. R.F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. v. 4, n. 1, maio/2019.
- MUSTAFA, W. F.; ALVIM, C. A. do N. Análise do sistema de telhado verde na gestão de águas pluviais. *In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 17, 2018, **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/download/1806/1661/5063>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- OLIVEIRA, W. N. M.; REZENDER, G.; PIZZO, H. da S. Telhados verdes e a drenagem urbana. **Revista Artigos. Com**, v. 25, p. e6127, 25 jan. 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/6127/3868>. Acesso em: 09 abr. 2023.
- PORTO, V. P. *et al.* Telhados verdes: alternativa sustentável em arquitetura de residências unifamiliares. *In: 6º Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais*, Cascavel/PR, 2018. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/5b45f2db99142.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- RAMOS, G. H. dos S. Redução nos impactos ambientais com o uso do telhado verde na construção civil. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 129, 2021. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/2353>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- RINCÓN, A. C. **Estimativa por métodos empíricos da evapotranspiração**: aplicação em um telhado verde tropical. 2018. 137f. Dissertação (Mestrado - Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11468/3/AnaCamachoRincon.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2023.
- ROCHA, R. **Avaliação da sustentabilidade ambiental, econômica e social em telhados verdes: estudo de caso entre Brasil e Portugal**. 2020. 192f. Dissertação (Mestrado - Engenharia de Produção). Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Engenharia, Bauru/SP, 2020. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192816/rocha_r_me_bauru.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 05 abr. 2023.
- ROCHA, R. S T. M. da. **Desempenho térmico de telhado verde ecológico d/e baixo custo em clima semiárido**. 2020. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/38999/1/DISSERTATA%c3%87%c3%83O%20Ranny%20Scarillet%20Tavares%20Marcolino%20da%20Rocha.pdf> Acesso em: 12 abr. 2023.
- ROQUE, R. A. L.; PIERRI, A. C. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. **Re-**



search, Society and Development, [S. l.], v. 8, n. 2, p. e3482703, 2019. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/703/665>. Acesso em: 09 abr. 2023.

SILVA, V. L. A.; KASHIWA, L. Sustentabilidade e conforto a aplicação do telhado verde como solução sustentável. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 4, n.1, p.117-122, mar./2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324936288_SUSTENTABILIDADE_E_CONFORTO_A_APLICACAO_DO_TELHADO_VERDE_COMO_SOLUCAO_SUSTENTAVEL/link/5e8d42994585150839c78f84/download. Acesso em: 12 abr. 2023.

SILVA, H. M.; SILVA, P. R. Telhado Verde: sistema construtivo de maior isolamento térmica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e341101422238, 2021.

SOLFA, G. de O.; COSTA, D. Y.; APARECIDO, C. F. F. . Avaliação de impermeabilizantes em telhados verdes. *In: Fórum de Iniciação Científica do UNIFUNEC*, 11. 2020. **Anais [...]**. Santa Fé do Sul/SP, v. 11, n. 11, 2020.

SOUSA, I. *et al.* Os benefícios do telhado verde e a sua utilização pela construção civil. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. v. 13, n. 2, p. 170 – 181. Jun./2021.

SOUSA, L. P.; PEREIRA, M. S.; LIMA, M. E. A. Análise de custos para implantação de telhados verdes em região semiárida com reutilização de águas cinzas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, e15511729770, 2022.

18

O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

SOLID WASTE MANAGEMENT IN CIVIL CONSTRUCTION

Wiliam Schneider¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A indústria de construção civil cada vez mais dinâmicos e diversificados imprimem às atividades produtivas, por consequência, uma frequência cada vez maior de geração de resíduos. Neste enfoque a preocupação com os resíduos gerados pela construção civil e seu impacto ambiental fez com que novas estratégias para a redução e reutilização de tais resíduos fossem abordadas. Diante desse contexto o objetivo geral do presente estudo é compreender os principais impactos ocasionados pela geração de resíduos da construção civil. A metodologia fundamenta-se em uma pesquisa de cunho qualitativo com pesquisa literária analisando as informações que foram coletadas. Com os resultados obtidos da pesquisa foi possível evidenciar a importância de se exercer o planejamento de gestão de resíduos sólidos nas construções civil. Conclui-se que é de extrema importância que as empresas reavaliem seus processos construtivos e gerenciais em relação aos Resíduos da Construção Civil.

Palavras-chave: Construção Civil. Gestão de resíduos sólidos. Reaproveitamento de resíduos

Abstract

The civil construction industry is increasingly dynamic and diversified, giving productive activities, as a consequence, an increasing frequency of waste generation. In this approach, the concern with the waste generated by civil construction and its environmental impact has led to new strategies for the reduction and reuse of such waste to be addressed. Given this context, the general objective of this study is to understand the main impacts caused by the generation of construction waste. The methodology is based on a qualitative research with literary research analyzing the information that was collected. With the results obtained from the research, it was possible to highlight the importance of carrying out solid waste management planning in civil construction. It is concluded that it is extremely important for companies to reassess their construction and management processes in relation to Civil Construction Waste.

Keywords: Article, Standards, Formatting

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das atividades socioeconômicas mais importantes do Brasil, desde a extração de insumos até a própria construção. Segundo Souza et al. (2004), estimou que o setor é responsável por 3,92 milhões de empregos e é o maior setor empregador da economia nacional. Segundo o IBGE (2015), em 2014, o setor da construção civil respondeu por 6,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

No entanto, a construção civil configura-se como uma atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, dada sua capacidade de alteração da paisagem, consumo excessivo de recursos naturais e produção massiva de resíduos. Para Azevedo, Kiperstok e Moraes (2016), o principal problema dos resíduos da construção civil do ponto de vista ambiental é o seu descarte irregular, o que incentiva a implantação de despejos inapropriados.

Diante desse contexto justifica-se em entender 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.

Nota-se que a indústria da construção civil não se destaca apenas por seus impactos na economia. Este setor é também responsável por produzir uma grande quantidade de resíduos. Portanto, a questão que orienta essa pesquisa é: quais são impactos causados pelos resíduos da construção civil?

No objetivo geral do presente estudo compreender os principais impactos ocasionados pela geração de resíduos da construção civil. Além dos objetivos específicos caracterizar os resíduos da construção civil, apresentar gestão de resíduos da construção civil. E por fim, descrever o processo de reciclagem dos resíduos de construção civil.

De acordo com o proposto trata-se de uma revisão bibliográfica que foi extraída de matérias já publicadas, utilizando como método qualitativo e descritivo. A busca foi realizada por meio dos seguintes buscadores Scientific Electronic Library Online (SciELO), Revista Científica de Engenharia Civil, Google Acadêmico e Scribd. Os critérios de exclusão: textos incompletos, artigo que não abordaram diretamente o tema do presente estudo e nem os objetivos propostos, foram consultados ainda diferentes documentos como: Livros, Teses, Artigos e Monografia: desde o ano 2012 até 2022. Foram selecionados trabalhos publicados nos últimos 13 anos, na língua portuguesa

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características dos Resíduos da Construção Civil (RCC)

Segundo Pinto (2013), antigamente não havia indicadores de perdas na construção civil, e havia pouca expressividade no monitoramento da geração de resíduos de construção e demolição, exceto pela grande quantidade de entulhos que se formavam nos ambientes urbanos. referências acessíveis indicam que Correlação entre perdas de construção e quantidades de RCD (Resíduos de Construção e Demolição).

A variabilidade das substâncias e materiais que compõem os resíduos marca a sua



heterogeneidade e complexidade de gestão. Conhecendo suas propriedades, é possível avaliar a probabilidade de seu uso e as consequências de sua depreciação. A análise do ciclo de vida dos resíduos permite avaliar qualitativa e quantitativamente suas consequências ambientais positivas ou negativas (RODRIGUES, 2015).

O referido autor também afirmou que o Brasil está em constante evolução durante a construção, período em que as perdas materiais variam de 20% a 30%, dependendo do nível de habilidade do executor. No entanto, os autores apresentam a relação dos diferentes tipos de materiais na Tabela 1 e mostram o percentual de perda de cada material nas obras brasileiras.

Materiais	FINEP/ITQC (3)
Concreto usinado	9 %
Aço	11 %
Blocos e Tijolos	13 %
Cimento	56 %
Cal	36 %
Areia	44 %

Tabela 1. Perda de materiais em processos construtivos

Fonte: Pinto (2013)

A Tabela 1 apresenta um estudo realizado por Souza et al. (2015) em 1998 em diversos canteiros de obras e traz informações sobre as principais perdas de materiais nas obras. Pela tabela, pode-se concluir que o cimento é o material com maior perda, enquanto o concreto pronto vem em último lugar com o menor valor de perda.

Vale destacar que os construtores devem investir em melhorias tecnológicas atendendo as necessidades do mercado, aumentando a competitividade, porém sempre tendo consciência da utilização correta dos recursos não renováveis. Logo, a tabela 2 apresenta os maiores índices de composição do RCD (PINTO, 2013).

Material	Composição dos RCD em obras brasileiras típicas (%)
Argamassas	64,0
Concreto	4,2
Madeira	0,1
Componentes cerâmicos	11,1
Blocos de concreto	0,1
Tijolos	18,0
Ladrilhos de concreto	0,4
Pedra	1,4
Cimento amianto	0,4
Papel e orgânicos	0,2
Solo	0,1
TOTAL	100,0

Tabela 2. Composição de RCD de obras brasileiras

Fonte: Ponte (2013)

De acordo com a composição dos RCD nas obras brasileiras na Tabela 2, pode-se observar que a argamassa é o material que mais compõe os resíduos de construção e demolição, respondendo por 64% dos RCD das obras. Ainda assim, o tijolo ficou em segundo lugar nesta categoria, respondendo por 18% do total de resíduos. Em terceiro lugar estão os componentes cerâmicos, com 11,1%. Esses três itens respondem por mais de 90% dos resíduos de construção e demolição e têm chamado muita atenção devido ao alto índice de abandono.

De acordo com Nagalli (2014), todos os materiais sólidos, semi-sólidos ou semi-líquidos que se tornam descartáveis passam a ser considerados lixo. Enfatiza-se a classificação dos resíduos, como lixo doméstico, lixo comercial e lixo público. A primeira inclui os resíduos diários domésticos. Os resíduos comerciais referem-se aos resíduos de todos os estabelecimentos comerciais e de serviços. Por último, os resíduos públicos, incluindo os resíduos públicos das vias públicas.

Outra definição que muitas vezes causa problemas na gestão de resíduos é o conceito de calça, também conhecido como entulho, que se refere a resíduos de construção provenientes de demolições ou restos de engenharia, que por sua vez, se não forem devidamente geridos, podem acabar em pilhas de diferentes materiais

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, RCC significa RCC decorrente da construção, reforma, reparação e demolição de obras civis e RCC decorrente da preparação e escavação do solo. Exemplos: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, terra, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, rebocos, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fios etc., comumente referido como entulho de construção, calcário ou estilhaços

I - 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;

II - classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

III - classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

IV - classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos 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 (BRASIL, 2016, p. 11).

Com base nas propostas da resolução, pode-se dizer que a maior parte dos resíduos gerados pela construção civil pode ser reciclada, principalmente reintegrada ao próprio

setor da construção civil, já que parte pode ser utilizada como agregado. Comparando essa resolução com o que é mostrado na Tabela 2, pode-se concluir que os materiais que mais geram resíduos – argamassa, tijolos e componentes cerâmicos – estão na categoria A e podem ser reciclados ou reaproveitados se gerenciados adequadamente.

2.2 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

Segundo Nagalli (2014), a construção civil é uma das maiores geradoras de resíduos e, por isso, deve ser gerenciada de forma a garantir o gerenciamento adequado dos resíduos em todas as atividades do dia a dia em que a obra é executada e os serviços a ela prestados. Assim, as estratégias utilizadas nesta gestão de resíduos visam minimizar, reutilizar, reciclar e destinar adequadamente todos os resíduos sólidos.

O referido autor afirma que esse assunto começou a crescer gradativamente a partir do momento em que ganhou destaque no foco nacional da política nacional de resíduos sólidos, passando a constituir um sistema global nessa área a partir de 2010. Como tal, a gestão de resíduos deve ser um conjunto de comportamentos operacionais que evite o desperdício excessivo e geralmente existem práticas para gerenciá-lo.

Para tanto, Nagalli (2014) resalta as práticas de gerenciamento de resíduos, conforme demonstrado na figura 1 abaixo:

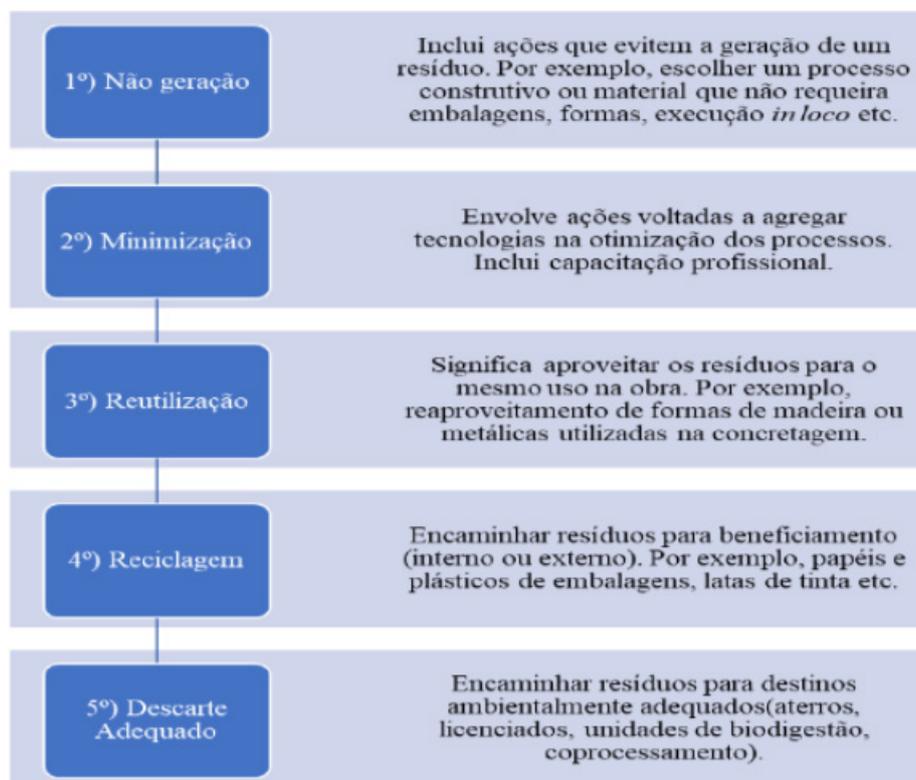


Figura 1. Práticas de gerenciamento

Fonte: Nagalli (2014)

Nagalli (2014) apresenta na Figura 1 as boas práticas de gestão. Assim, começa sem desperdício, que optaria por produzir o material no próprio canteiro de obras. Outro fator é a minimização, que visa incluir o treinamento em técnicas e métodos construtivos, reduzindo o desperdício. A reutilização, por outro lado, é a utilização de materiais para outros fins e o seu aproveitamento para a produção de outros materiais. Por fim, descarte correto

de acordo com sua classificação.

Nagalli (2014) observou que os fragmentos reutilizáveis devem ser tratados com cautela devido à sua composição variável. Porque pode haver materiais indesejados como metal, plástico, etc. nos escombros. Por este motivo, recomenda-se, sempre que possível, a descarga na fonte e a separação dos resíduos que constituem resíduos.

Os autores também observam que os materiais de construção são divididos em matérias-primas primárias e secundárias. As principais matérias-primas são, portanto, matérias-primas de origem mineral e vegetal, que são processadas e utilizadas, que são de origem homogênea (não contaminadas por outros elementos), como: pedra, areia, argila e derivados de petróleo. As matérias-primas secundárias, por outro lado, são elementos que foram reciclados ou passaram por algum processo de reaproveitamento e raramente são heterogêneos.

A definição se um material é matéria-prima ou sucata deve estar atrelada à intenção de utilização do material. Diante disso, a sucata de um determinado processo produtivo pode ser matéria-prima em outro processo produtivo. Portanto, a identificação de materiais em um processo produtivo e a o gerenciamento adequado desses materiais varia.

Brasileiro e Matos (2015) afirmam que o RCD pode ser usado como agregado no setor da construção civil, por exemplo, para a produção de tijolos, elementos pré-fabricados, bases e sub-bases de pavimentos etc. Isso apenas confirma a necessidade de um gerenciamento adequado desses materiais, de modo que a reciclagem desses materiais está sendo cada vez mais implementada nas próprias fábricas.

Segundo Nagalli (2014), a regulamentação da indústria da construção deve ser fortalecida para fazer cumprir os requisitos legais relacionados ao ambiente civil construído. Portanto, é importante analisar as leis e regulamentos relacionados a este tópico.

O autor afirma que a Constituição Federal traz alguns pontos relacionados ao gerenciamento dos resíduos da construção civil. Logo, ressalta-se o ART 225 (Cap. VI- do Meio Ambiente)

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida, exercendo influência sobre os poderes públicos, exercendo influência sobre a sadia qualidade de vida, impondo responsabilidades aos poderes públicos e à comunidade Defender e protegê-lo para as presentes e futuras gerações. As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitam os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (BRASIL, 2016, p. 1).

Em 1990, uma maior consciência ambiental começou a surgir devido à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, e vale ressaltar que naquela época a Constituição Federal já trazia o artigo 225 sobre o meio ambiente. No entanto, foi somente em 1998 que a Lei Federal 9.605 começou a criminalizar os danos ambientais.

Após o início da Política Nacional do Meio Ambiente, outras políticas semelhantes se seguiram, com destaque para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal 12.305. Sua principal prioridade é reduzir a geração de resíduos e incentivar a reciclagem e a reutilização de materiais. Além disso, cabe ressaltar que os responsáveis pela gestão de resíduos devem estar sempre atentos às novas ações implementadas pela legislação federal, estadual e municipal (BRASIL, 2020).



Os autores citados destacam a importância do CONAMA, que estabelece algumas normas relacionadas ao meio ambiente. Uma das mais importantes resoluções do CONAMA sobre RCDs foi a Resolução CONAMA nº 307 de 2002. Ele define algumas diretrizes, normas e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Por exemplo, contém definições de conceitos e diretrizes de gestão, classificação de resíduos e responsabilidades dos gestores.

“A Resolução Conama nº 307 foi posteriormente complementada e alterada pela resolução Conama nº 448 (Conama, 2012) - que trouxe a nova nomenclatura para os entes do sistema de gestão de resíduos da construção - pela Resolução Conama nº 431 (Conama, 2011) - que alterou o Art. 3º da referida resolução, estabelecendo nova classificação para os resíduos de gesso - e pela Resolução Conama nº 348 (Conama, 2004) - que incluiu os resíduos de amianto na categoria de resíduos perigosos” (NAGALLI, 2014, p. 1).

Além disso, Nagalli (2014) observou que a ideia de gerenciar os resíduos da construção civil passou a fazer parte de algumas cidades, mostrando a importância e relevância desse tema. Conclui-se que a indústria da construção deve se adaptar constantemente para cumprir as normas vigentes. Já as normas técnicas trazem informações importantes para ditar procedimentos, por exemplo, para que cada etapa seja realizada com responsabilidade.

2.3 Processo de reciclagem dos resíduos de construção civil

Segundo Lima e Lima (2019), a fase de caracterização é particularmente importante para identificar e quantificar os resíduos e assim planejar adequadamente a redução, reutilização, reciclagem e destinação final.

A segregação é a etapa em que deve ser prevista a separação dos resíduos entre as diferentes categorias, e quais resíduos precisam ser separados separadamente. O isolamento é essencial, pois facilita as etapas subsequentes, considerando que esse trabalho é realizado diretamente na fonte de geração, eliminando a necessidade de isolamentos potencialmente mais caros posteriormente. Além disso, o tempo de envio dos resíduos para seu tratamento e destinação final também aumentou.

Os resíduos da categoria A devem ser separados dos outros resíduos. Já para os pertencentes à categoria B, recomenda-se a separação por tipo de resíduo, pois diferentes empresas podem ser obrigadas a se responsabilizar pelo tratamento e destinação final, principalmente gesso, resíduo originalmente classificado como categoria C, mas atendendo à Resolução nº 431 de 2011 começou fazer parte da Classe B.

Infelizmente, a Resolução CONAMA 307 de 2002 não dá exemplos de resíduos da categoria C, mas são conhecidos como escovas que se enquadram na descrição, lixas inutilizáveis e resíduos de lã de vidro. Portanto, recomenda-se separar esses resíduos de outros resíduos.

De acordo com a Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 e ABNT 10004:2014, Resíduos Perigosos Classe D devido às suas propriedades inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas, patogênicas, cancerígenas, teratogênicas e mutagênicas, à saúde pública ou à qualidade ambiental representam um risco significativo NBR 10004: 2004 (ABNT, 2014). Devido a essas propriedades, esses resíduos devem ser separados dos resíduos não perigosos, a fim de evitar a contaminação e não afetar processos como a reciclagem e possível reutilização.

A embalagem deve garantir a separação dos resíduos e facilitar o transporte do canteiro de obras até o descarte e destinação final conforme planejado para a fase de isolamento. Segundo o IBAM (2017), os equipamentos definidos para o acondicionamento devem ser compatíveis com o tipo e quantidade de resíduos para evitar acidentes, propagação de vetores, minimizar odor e impacto visual negativo.

Para a organização dos canteiros, devem ser utilizadas etiquetas que indiquem os tipos de resíduos que devem ser armazenados em cada canteiro, e as etiquetas devem ser dimensionadas para facilitar a identificação. Nesta etapa podem ser utilizados big bags, baias, caçambas, lixeiras comuns, apresentados no Quadro 1.

Big bags	São sacarias confeccionadas em material plástico, com tamanho variando de acordo com a necessidade de armazenamento. Conforme Souza (2017), tais dispositivos devem ser utilizados no acondicionamento de resíduos Classe B como papéis, plásticos e materiais leves como fardamentos, luvas, botas. O local dos bags deve ser coberto, sendo necessária a construção de suportes de metal ou madeira para posicioná-los abertos
Baias	São instalações com divisórias para o acondicionamento temporário dos resíduos. Estas instalações podem ser móveis ou fixas sendo sua escolha condicionada a fatores como a quantidade gerada de resíduos, disponibilidade de espaço e resíduo a ser acondicionado.
Caçambas estacionárias	São estruturas metálicas com capacidade para cerca de 5 m ³ , indicadas ao acondicionamento de resíduos cuja massa e volume de geração sejam consideráveis, como os pertencentes à Classe A, além das madeiras, classificadas como Classe B. Sua retirada do local é realizada por caminhões-caçamba, projetados especialmente para este fim, que levam a caçamba até o local de segregação, tratamento dos resíduos ou destinação final.
Lixeiras comum	Nas áreas onde são gerados resíduos com características domésticas, (Classe B), indica-se a utilização de contentores comuns.

Quadro 1. Tipos de acondicionamentos

Fonte: IBAM (2017)

A etapa de transporte é definida como o transporte dos resíduos desde o ponto de origem até a estação de transferência, centro de tratamento, ou diretamente até o destino final por diferentes modais de transporte (MASSUKADO, 2014). É importante implementar uma logística de transporte para combater a acumulação excessiva de resíduos e melhorar a organização local, disponibilizando acessos adequados, horários e entrada e saída controladas de viaturas que irão retirar os resíduos devidamente acondicionados. A empresa transportadora deve possuir licença ambiental expedida pelo órgão competente para esta atividade específica.

Além disso, é necessário estabelecer instruções para os colaboradores do transporte interno realizarem atividades de transporte, principalmente de resíduos de caráter doméstico, que podem ser encaminhados para cooperativas de reciclagem ou serviços públicos de coleta, onde a devida segregação e regularização desses resíduos é muito importante.

A destinação de resíduos é uma ação corretiva que pode trazer benefícios, conforme estabelecido na PNRS, como a valorização dos resíduos e sua reinserção na cadeia produtiva, operações úteis pela redução do uso de recursos naturais, pela redução da poluição, pelo aumento da vida útil dos locais de disposição final para benefícios ambientais e geração de emprego e renda.

A fase de tratamento de resíduos envolve ações que visam reduzir a quantidade de resíduos sólidos ou o potencial de contaminação, seja impedindo seu descarte em locais inadequados, seja convertendo-os em materiais inertes ou bioestáveis (IBAM, 2017).

Dadas as prioridades, ao analisar alternativas de tratamento para reutilização e reciclagem, resultando em resíduos, estes devem ser descartados. A PNRS define a destinação ambientalmente correta de resíduos como a distribuição ordenada de resíduos em aterros sanitários, seguindo padrões operacionais específicos para evitar danos ou riscos à saúde e segurança pública e minimizar impactos ambientais adversos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o passar do tempo, a construção civil, vem demonstrando um grande crescimento, sendo de grande importância para a economia do país. Em decorrência desse crescimento o meio ambiente sofre uma série de impactos, entre os principais impactos são eles: o uso abusivo dos recursos naturais sem qualquer fiscalização, e o aumento na geração de resíduos sólidos por parte das grandes empresas.

No contexto do que foi exposto, é possível perceber que a enorme geração de resíduos nos canteiros de obras e sua destinação inadequada são as principais causas que contribuem para o desperdício e os impactos negativos refletidos no meio ambiente. É de extrema importância que as empresas reavaliem seus processos construtivos e gerenciais em relação aos Resíduos da Construção Civil.

No tocante ao objetivo apresentado por este estudo considera-se de extrema importância este gerenciamento e destinação correta dos entulhos, pois ele visa além da diminuição do custo de obra, o reaproveitamento e a obtenção de produtos que podem ser utilizados de outras maneiras, além da minimização dos impactos ambientais.

Após todo levantamento feito e a análise dos resultados da pesquisa, ficou ainda mais clara a importância de se exercer o planejamento de gestão de resíduos sólidos nas construções civil.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT Catálogo**. 2014 Disponível em: <https://www.abnt-catalogo.com.br/default.aspx>. Acesso em 15 de março de 2023
- BRASIL. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil**. 2020 Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcaosustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4> Acesso em 15 de março de 2023
- BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Conselho Nacional Do meio Ambiente. Resolução nº 307 CONAMA de 05 de julho de 2016. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimento para a gestão dos resíduos da construção civil**. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf Acesso em 15 março de 2023
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178-189, June 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 1 st ed. Rio de Janeiro: IBAM; 2001. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Censo 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 de março de 2023
- LIMA, RS., **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1 st ed. Curitiba: CREA-PR; 2019.
- MASSUKADO; L.M. **Sistema de apoio à decisão: Avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares**. Dissertação (Engenharia Civil). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2014. 230 p.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. André Nagalli. São Paulo: Oficinas de Texto, 2014. E-Book. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt>

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 2013. 189f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013

RODRIGUES, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 2005. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SOUZA; U.E.L et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente construído**. 2004; v.4, n. 4, p. 33-46. 2017.



19

A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS DE CONCRETO NA FABRICAÇÃO DE TUBOS DE CONCRETO

THE IMPORTANCE OF USING RECYCLED CONCRETE AGGREGATE IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE PIPES

Wesley Rodrigo Sousa Santos¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A construção civil é um dos setores industriais que mais causam danos ambientais devido à rápida geração de resíduos sólidos. Devido à falta de destinações adequadas em áreas clandestinas e à falta de áreas de deposição adequadas e autorizadas, os materiais gerados e suas destinações contribuem diretamente para os danos ambientais. A indústria da construção civil optou pela manutenção sustentável como forma de reduzir os impactos ambientais, econômicos e sociais, com o aproveitamento dos resíduos da construção e manutenção que foram para a criação das tubulações de concreto. O concreto reciclável tem um potencial construtivo que utilizaria resíduos da construção civil para seu desenvolvimento além de ser economicamente viável. O objetivo deste estudo foi compreender a importância do uso de agregado reciclado de concreto na produção de tubos de concreto. A metodologia utilizada foi à pesquisa bibliográfica, que utilizou fontes secundárias como artigos acadêmicos e livros, levando em consideração todo o desenvolvimento histórico do tema. Os resultados da análise dos artigos foram compreendidos levando-se em conta o histórico de perda de materiais na construção civil, bem como os procedimentos de reciclagem do concreto; a discussão havia se concentrado anteriormente no método para criar tubos de concreto. Portanto, pode-se dizer que este estudo teve como objetivo disseminar o conhecimento sobre a importância do uso de aditivos de concreto reciclado, que ajudam a reduzir os efeitos negativos causados pelos resíduos da construção civil.

Palavra-chave: Concreto. Reciclagem. Resíduos da Construção Civil. Tubos de Concreto. Agregados.

Abstract

Civil construction is one of the industrial sectors that cause the most environmental damage due to the rapid generation of solid waste. Due to the lack of adequate destinations in clandestine areas and the lack of adequate and authorized disposal areas, the materials generated and their destinations directly contribute to environmental damage. The civil construction industry opted for sustainable maintenance as a way to reduce environmental, economic and social impacts, with the use of construction and maintenance waste that went into the creation of concrete pipes. Recyclable concrete has a constructive potential that would use construction waste for its development, in addition to being economically viable. The aim of this study was to understand the importance of using recycled concrete aggregate in the production of concrete pipes. The methodology used was bibliographical research, which used secondary sources such as academic articles and books, taking into account the entire historical development of the theme. The results of the analysis of the articles were understood taking into account the history of loss of materials in civil construction, as well as the concrete recycling procedures; the discussion had previously focused on the method for creating concrete pipes. Therefore, it can be said that this study aimed to disseminate knowledge about the importance of using recycled concrete additives, which help to reduce the negative effects caused by construction waste.

Keywords: Concrete. Recycling. Civil Construction Waste. Concrete Tubes. Aggregates.



1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento acelerado das grandes metrópoles, houve aumento gradativo na intensidade da construção civil por meio da construção de moradias, infraestrutura para atenção básica, mobilidade urbana e saúde. O desenvolvimento de supermercados, farmácias e shopping centers chamou a atenção do setor comercial. Dentro desse aspecto, o alto percentual de sobras de materiais da construção civil passou a ser produzido como agregados de concreto.

Nesse ambiente, ganhou destaque o processo de reciclagem de resíduos da construção civil, onde o processo de trituração e destinação dos resíduos de concreto melhorou o processo construtivo, aumentando a resistência e reduzindo o desperdício de materiais. Os agregados reciclados têm massa específica menor que os agregados naturais, além disso, absorvem mais água e tem mais resistência devido à sua estrutura granular, o que ajuda a sustentar economicamente a produção.

Esta pesquisa busca destacar a importância do uso de agregado de concreto reaproveitado na confecção de tubos de concreto, a fim de reciclar materiais utilizados na construção civil propriamente dita. Dessa forma, o objetivo deste estudo é disseminar o conhecimento sobre como o concreto reciclado pode auxiliar na construção civil, fornecendo mais resistência e reduzindo o desperdício de material.

A reciclagem de resíduos na construção civil começou a chamar a atenção, e o processamento de resíduos de concreto em areia e cimento ajudou a melhorar o processo de construção, aumentando a resistência do material e reduzindo o desgaste do material. Com isso, de que forma os agregados de concreto reciclado podem ajudar na produção de tubos de concreto?

Esta pesquisa buscou destacar a importância do uso de agregado de concreto reaproveitado na confecção de tubos de concreto, a fim de reciclar materiais utilizados na construção civil propriamente dita. Dessa forma este estudo caracterizou-se em disseminar o conhecimento sobre como o concreto reciclado pode auxiliar na construção civil, fornecendo mais resistência e reduzindo o desperdício de material.

O objetivo geral buscou compreender a importância da utilização dos agregados reciclados de concreto no processo de fabricação de tubos de concreto. Já os objetivos específicos buscaram conceituar a perda de materiais na construção civil, definir os procedimentos de reciclagem com uso do concreto e abordar o processo de elaboração dos tubos de concreto com agregados reciclados.

Este projeto de pesquisa foi um estudo qualitativo e descritivo, baseado em literaturas já existentes. Como fontes dessa revisão bibliográfica foram pesquisados artigos publicados na íntegra entre os anos de 2013 a 2021, sobre a referida temática. A busca foi através das plataformas virtuais de pesquisa, destacando-se “Google acadêmico”, Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC) e Scientific Electronic Library Online (SCIELO). A procura nos bancos de dados foram realizadas utilizando os seguintes descritores: Concreto, Reciclagem, Resíduos da Construção Civil, Tubos de Concreto e Agregados.

2. O CONTEXTO HISTÓRICO DA PERDA DE MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A preocupação da humanidade com o meio ambiente vem sendo abordada desde a década de 1970, logo após a Conferência de Estocolmo, e foi reiterada em 1989 por meio da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92), que teve como foco os efeitos ambientais da globalização acelerada e desenvolvimento sociais. O plano inicial era discutir a sustentabilidade e conscientizar sobre a degradação ambiental em todo o mundo (CARELI, 2008).

Logo após a ECO 92, foi estabelecida a Agenda 21 com o objetivo de focar na construção civil e seus resíduos, a fim de entender melhor como reduzir e reaproveitar esses resíduos por meio de propostas sustentáveis. Os projetos de construção civil historicamente apresentam desafios ambientais, uma vez que o volume de resíduos que produzem quase nunca é reciclado, levando a gastos desnecessários e esgotamento de recursos renováveis (SIPRES, 2019).

Todas essas mudanças na construção civil ao longo dos anos têm ligação direta com a adição de materiais ao longo do tempo, como o uso de concreto, vidro e jorros de ferro. O aumento da urbanização nas últimas duas décadas também teve impacto na produção de lixo, principalmente nos grandes centros metropolitanos. O processo de industrialização, que ameaça o ar, a terra e os recursos de hidrocarbonetos e produz resíduos e outro dano ambiental está diretamente relacionado à exploração dos recursos naturais (ABREL, 2015).

A indústria da construção civil é a maior responsável pelo desperdício de materiais em obras. Estes próprios são por vezes categorizados como entulhos. Madeira, aço, telha, cimento e areia são exemplos de perdas materiais. Em linhas gerais, os entulhos de construção e demolição (RCD) são referidos como defeitos facilmente detectáveis na construção civil, que todos os empreendimentos são capazes de produzir (TEODORO, 2013).

Esse problema existe há algum tempo e contribui para perdas que muitas vezes não são registradas. No entanto, com o passar dos anos, esse tipo específico de perda de material ganhou destaque, e o planejamento logístico das obras e o gerenciamento de materiais passaram a diminuir o esgotamento desses materiais. A prática do uso consciente dos recursos foi introduzida, e o processo de reciclagem também ajudou a dar novos usos a essas perdas (SILVA, 2014).

Essas perdas materiais, que incluem pedaços de bloco, tijolos rachados, sobras de madeira, sacos de cimento e areia, servem como marcadores de identificação, pois causam a geração de entulho. Esse tipo de perda passou a ser contabilizada na execução de determinados serviços, além de atrasar a entrega de projetos. Quando serve como fator de mensuração, a classificação da perda de material na construção civil pode variar entre variáveis independentes e dependentes (SACHO *et al.*, 2016).

O método de estocagem, distribuição e transporte de matérias-primas, bem como a prática de repassar, foram adotados no âmbito da construção. O uso inadequado dos materiais comprometeu o planejamento dos projetos e resultou em prejuízos financeiros e ambientais. Ao serem instituídas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Resolução nº 307 do Conselho Nacional de Qualidade Ambiental e a Lei nº 12.305/2010 têm ajudado a reduzir os efeitos causados pelo esgotamento desse material (ABRELPE, 2015).

É fundamental que os profissionais façam cursos e treinamentos para entender alguns processos e características da gestão da construção, como planejamento, projetos, distribuição e outros fatores que ajudam a reduzir as perdas que afetam a eficácia, eficiência e realização do projeto. Toda essa análise é fundamental para entender o desperdício em



grades e modalidades, o que facilita a destinação e distribuição dos materiais como ocorre com a reciclagem do concreto (NASCIMENTO, 2015).

2.1 Os Procedimentos de Reciclagem com uso do Concreto

A história do cimento está relacionada com a existência do betão, sendo o cimento a sua principal fonte química e catalisador para a formação da massa adesiva e garantindo a eficácia desta última. O cimento é antigo e passou pelas pirâmides egípcias, onde foi usado como uma espécie de gesso calcinado e também foi utilizado na Grécia e em Roma (MATTOS, 2014).

O concreto é usado na construção civil em todo o mundo, ajudando a construir pontes, projetos básicos de saneamento e muitos tipos de construção. Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland, o consumo anual é estimado em 15 bilhões de toneladas, sendo que o Brasil produziu cerca de 56 milhões de metros cúbicos de concreto em 2018 (SILVA; MELO, 2021).

A produção de concreto é composta de uma mistura de cimento, água, materiais adicionados, materiais misturados e grãos. Essa mistura de cimento e água cria reações químicas e cria uma pasta. Essas reações ajudam a fazer o endurecimento diminuindo a quantidade de água na massa, porém parte dela também pode evaporar devido ao calor produzido durante a reação. Assim, durante a confecção do concreto, é possível adicionar aditivos químicos cujo objetivo principal é melhorar as características físicas e químicas (TROMBIM; PORTELA; GONALVES, 2016).

Segundo Mattos (2014), a realização de estudos e ensaios de propriedade é necessária para determinar se o concreto obtido é de boa resistência e durabilidade. Para criar a mistura perfeita de concreto, cimento e água devem primeiro produzir uma massa mais ou menos fluida. Este procedimento depende da quantidade de água que se adiciona.

Cada etapa desse processo de desenvolvimento envolve materiais reciclados que são úteis ou prejudiciais, mas ainda assim contribuem para a criação do produto final. Deve-se notar que durante os estágios iniciais de produção, o estado do material pode ser moldado em várias geometrias de formas. Porém, à medida que a mistura continua sendo produzida, ocorre uma reação irreversível entre a água e o cimento, resultando em uma resistência capaz de conferir ao material um excelente desempenho estrutural, como é o caso dos tubos de concreto, frequentemente utilizados para captação e transporte água da chuva (BARRETO; RIO; GONALVES, 2016).

2.2 O Processo de Elaboração dos Tubos de Concreto

O uso de tubulações de concreto remonta a mais de um século, sendo a maior parte desse tempo gasto na coleta e transporte de encharcamentos urbanos (águas pluviais) e resíduos sanitários. Esses tubos possuem capacidade resistiva para suportar os esforços decorrentes tanto de cargas permanentes quanto ácida. São condutos rígidos com estrutura interna própria (SILVA, 2014).

As peças dimensionais são criadas de acordo com a necessidade de resistência, especificidade e resistência mecânica, sendo que a maior resistência do produto influencia em sua classificação. A fabricação e instalação das cubas são regidas pela ABNT NBR 8.890 (Tubulação de Seção Circular de Concreto para Águas Pluviais e Esgotos Sanitários). Esses

tubos, como qualquer estrutura de concreto, possuem uma metodologia única e são bem definidos para o dimensionamento estrutural, que visa entender os limites e serviços oferecidos (SANCHO *et al.*, 2016).

Os tubos de concreto são desenvolvidos para atender às necessidades dos sistemas de tratamento de esgoto, possibilitando a expansão das grandes cidades. Esses tubos são amplamente utilizados no Brasil e são produzidos com ou sem armadura, com diâmetro variando de 400 a 2.500 mm. Devido à favorável relação custo-benefício, os tubos de concreto com diâmetro superior a 400 mm são uma melhor opção para projetos de escavação (SILVA; MELO, 2021).

Esses tubos de concreto são feitos usando dois métodos: adensamento vibratório e prensagem radical. A escolha é feita de acordo com o fabricante. Num processo vibratório, o concreto é despejado em moldes utilizados para a moldagem das peças, sendo então realizada a compactação por efeitos vibratórios com a utilização de motovibradores elétricos projetados para este tipo de procedimento. A umidade e os grãos adicionados são acomodados pela remoção do ar adicionado do concreto (TEODORO, 2013).

O desenvolvimento de tubulações de concreto para atender as necessidades dos sistemas de tratamento de esgoto possibilitou a expansão das grandes cidades, segundo Silva e Melo (2021).

Com base na organização da indústria, a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC) foi criada em 2001, ajudando a reunir fabricantes de tubos com o objetivo de melhorar o calibre da produção de tubos. De acordo com Trindade (2015), uma parcela significativa dos consumidores tem dúvidas sobre como as tubulações de concreto são construídas. Como resultado, a associação trabalhou para esclarecer aspectos técnicos do processo de fabricação por meio da publicação de publicações técnicas, promovendo palestras e outros eventos tendo como parceira a Associação Brasileira de Cimento Portland.

Segundo citação de Balduino (2016), a tubulação de concreto é um material significativo tanto nacional quanto internacionalmente, o que fez com que seus projetos fossem aprimorados. Os órgãos governamentais estão interessados nas tubulações de concreto por terem ligação direta com a área sanitária. Ao analisar os esforços realizados nos tubos e as pressões utilizadas, a norma ABNT NRB 8890:2007 ajudou a padronizar e entender o processo diametral utilizado na fabricação dos tubos. A determinação dos valores efetivos para os vagões e fissuras potenciais em caso de ruptura tubular é o foco e objetivo de todo exercício de entendimento diamétrico de um objeto armado específico (BALDUNO, 2016).

Em sua discussão, Chanan (2016) observa que a determinação da ABNT NRB 8890:2007 de que os túbulos de fibras metálicas devem passar por ciclos de carregamento a fim de identificar todas as cargas que estão livres de potenciais danos. As separações de tubulações de concreto são realizadas por classes de resistência, que são divididas com base em suas dimensões nominais. A partir de agora estão às cargas de fissura e ruptura que foram retiradas do exercício de compreensão dimetral.

De acordo com a ABNT NBR 8890:2007, a utilização do aspecto concreto pode depender da caracterização que se deseja. Levando em consideração a proporção máxima de água para cimento, o tipo de cimento, a quantidade mínima de cobertura da armadura em relação à superfície interna e o espaço entre as espirais da armadura principal (SIPRES, 2019).

A existência de uma tolerância entre as dimensões e os experimentos realizados ao longo do processo de fabricação são estabelecidos por norma. É essencial que se tenha

um entendimento dimetral e que amostras de tubos indestrutíveis sejam coletadas para verificação de qualidade, lembrando que cada região possui um experimento de absorção (BALDUNO, 2016). Segundo Trindade (2015), o teste de permeabilidade não deve ser exigido quando os tubos se encontram em rios combinados particularmente desonestos; em vez disso, só deve ser exigido se o cliente o solicitar. Já o experimento de permeabilidade exige realização obrigatória para que os tubos sejam encaminhados ao esgoto sanitário ou às redes de abastecimento de água.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abordou as questões ambientais trazidas pelos resíduos da construção civil. Alguns desses problemas podem ser evitados reciclando esses resíduos e adicionando-os a outros materiais, como é o caso neste caso específico. Existem inúmeros materiais nestes resíduos que podem ser aproveitados na construção civil, por isso o processo de aplicação pode ser feito para fins estruturais, como é o caso dos acréscimos de pavimentação, demolição de pré-moldados de concreto e até mesmo reparos em edificações. , todos com classificação classe A.

Por serem provenientes de material específico, alvenaria e outras fontes que contribuem para o processo de agregação de materiais para o processo de reciclagem, as sobras classe A passam imediatamente por um processo de trituração e filtração. Essas sobras podem ter origem em pequenas, médias ou grandes obras de demolição, produzindo uma quantidade de material que pode ser aproveitada na obra original ou vendida para terceiros. Nesse sentido, a produção de tubos de concreto para escoamento de esgoto e águas pluviais tem se tornado cada vez mais comum. O uso de materiais secos torna o processo de fabricação mais rápido e seguro, esses tubos são feitas de materiais reciclados e ajudam de várias formas.

Portanto, pode-se dizer que o objetivo principal deste estudo, que era entender a importância do uso de agregado de concreto reciclado no processo de fabricação de tubos de concreto, foi bem-sucedido. Dessa forma, como contribuição acadêmica, a pesquisa visa disseminar o conhecimento sobre a importância do uso de agregados reciclados de concreto, o que ajuda a diminuir os efeitos negativos causados pelos resíduos da construção civil. O objetivo geral é transmitir à sociedade a importância da reciclagem do concreto e sua utilização na construção civil.

Referências

- ABRELPE. **Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8890**: tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2007 (versão corrigida 2008).
- BARRETO, R. D.; RIO, M. R. T. D.; GONÇALVES, E. P. **Produção de pavimento intertravado com a utilização de resíduos da construção civil como agregado miúdo**. Educação e Ciência para a Cidadania Global, dias 27 e 28 de Outubro de 2016.
- BALDUÍNO, G. M. **Comparativo econômico entre os sistemas construtivos: estruturada aporticada de concreto armado com fechamento em blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto – estudo de caso**. 2016. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

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.

CHANAN, L. A. **Análise comparativa** de custos de uma residência unifamiliar executada com o método construtivo convencional e **concretoPVC.** 2016. 109 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.

MATTOS, B. **Estudo do Reuso, reciclagem e destinação final dos resíduos da construção civil na cidade do Rio de Janeiro** / Bernardo Bandeira de Mello Mattos – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2014.

NASCIMENTO, F. A. T. **Reutilização e reciclagem de resíduos sólidos gerados na construção civil.** Artigo. Ciências exatas e tecnológicas. Maceió, 2015.

SACHO, S. D. *et al.* Avaliação Econômica E De Emissões De Co2 Da Reciclagem De Resíduos De Construção E Demolição Classe a: Estudo De Caso Para Goiânia - Go. **MIX Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 20, 2016.

SILVA, M. B. DE. L.E. **Novos Materiais à Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2014.

SILVA, D. DE A. E; MELO, C. E. L. DE. Utilização de material cerâmico proveniente do RCD para aplicação em concreto: uma revisão. **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo** (Online), v. 19, p. 1-15, 2021.

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.

TEODORO, S.B. **Avaliação do uso da areia de britagem na composição do concreto estrutural.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2013, 65 p.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado.** Monografia. Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - RS. Santa Maria-RS, (Monografia). Engenheiro Civil. 2015.

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



20

INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONSTRUÇÕES MODULARES EM HOSPITAIS

INDUSTRIALIZATION IN CIVIL CONSTRUCTION: MODULAR CONSTRUCTIONS IN HOSPITALS

Hélio Fridel Miranda Camelo¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

Construção modular é um método construtivo que utiliza todos os meios e conceitos de industrialização na construção civil e que consiste na padronização das partes, sendo feito aquilo que é exigido em projeto. Por meio deste pode ser desenvolvidos diversas edificações com diferentes finalidades. Diante de momentos de grande calamidade, este sistema mostrou ser bastante eficiente, tendo em vista que no contexto da pandemia da Covid-19, no período em que as taxas de infecções eram altíssimas e o leitos de UTIs estavam superlotados ao ponto de não existir mais espaços para novos pacientes, as construções em peças modulares foram essenciais dentro do que era necessário para o momento para os hospitais de campanha. Diante disso, foi um grande desafio encontrar materiais bibliográficos para o desenvolvimento deste trabalho devido ao pouco aprofundamento desta técnica modular no Brasil, porém é uma maneira de construção que aos poucos vem crescendo e tomando conhecimento.

Palavras-chave: Construções modulares, Hospitais de campanha, Covid-19, Coordenação Modular

Abstract

Modular construction is a constructive method that uses all means and concepts of industrialization in civil construction and that consists of standardizing the parts, doing what is required in the project. Through this, several buildings with different purposes can be developed. Faced with moments of great calamity, this system proved to be very efficient, considering that in the context of the Covid-19 pandemic, in the period when infection rates were very high and ICU beds were overcrowded to the point that they no longer existed. spaces for new patients, constructions in modular parts were essential within what was needed at the time for field hospitals. In view of this, it was a great challenge to find bibliographic materials for the development of this work due to the lack of depth of this modular technique in Brazil, but it is a way of construction that has gradually been growing and becoming known.

Keywords: Modular constructions, Field hospitals, Covid – 19, Modular Coordination



1. INTRODUÇÃO

A construção modular é uma metodologia de construção civil que consiste nos trabalhos feitos por etapas partindo da padronização das partes que podem ser configuradas seguindo o que se é exigido no projeto. Assim os módulos são transportados um a um montado *in loco* para formar a construção. Através desse sistema construtivo pode ser desenvolvidos, projetados e executados diversas construções como casas, residenciais de luxo, prédios comerciais e até mesmo centros de assistência à saúde, hospitais, por exemplo.

Tendo em vista o conceito e as vantagens visíveis no uso dos módulos construtivos, assim como explanado, este artigo tem por finalidade mostrar as grandes vantagens da utilização deste sistema para construção de hospitais emergenciais durante um dado período da pandemia Covid-19, destacando pontos positivos a fim de demonstrar o quanto essencial é este sistema e o porquê dele ser tão importante em situações de cunho emergencial destacando as principais vantagens e desvantagens deste sistema construtivo.

É fato que a pandemia causada pela Covid-19, doença gerada pelo vírus SARS-CoV-2, chegou em um momento onde não se imaginava que haveria tamanhas proporções infecciosas e inúmeras mortes. Por isso foi um grande desafio buscar medidas de tratamento para os crescentes números de infecções que tendiam a piorar a cada dia, antes das vacinas.

Diante disto, a busca por referências bibliográficas e materiais didáticos sobre construções modulares para edificações emergenciais (do tipo hospitais) se torna intermitente, pois nas indústrias brasileiras, por ser quase inusual, há pouco aprofundamento e conhecimento desta metodologia construtiva.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho acadêmico trata-se de uma Revisão de Literatura, onde foram pesquisados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de buscas nas seguintes bases de dados: “google acadêmico”, “Scielo” e “biblioteca digital Anhanguera”. O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos “5” anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “edificações modulares”, “coordenação modular”, “hospitais de campanha”, “industrialização”, “steel frame” e “wood frame”.

2.2 Resultados e Discussão

Desde os primeiros casos até as altas taxas de infecções por Covid-19, viu-se a necessidade imediata de soluções para o tratamento dos infectados. Com isso, as empresas do ramo da construção civil junto com os órgãos de saúde buscaram formas imediatas para tratar a grande demanda de pessoas sujeitas ao vírus. Foi então pensado, tendo em vista a grande necessidade supracitada, ambientes eficientes que pudessem auxiliar no atendimento dos pacientes e que levassem um curto período de tempo para ser construído.

Ruth Otamária, em uma obra publicada à revista FAESF (2020), afirma que diante do cenário pandêmico soluções rápidas precisam ser pensadas, o hospital de campanha é

um grande exemplo e uma medida para conter o déficit de leitos hospitalares do Brasil. A partir deste ponto a técnica modular foi a que encaixou perfeitamente no perfil do que era necessário. Os hospitais de campanha foi a solução eficaz para o momento.

Tendo isso em vista o presente trabalho visa mostrar os principais tipos de construções modulares com enfoque no *steel frame*, que se adequam as necessidades de emergenciais e abordar grandes construções ágeis que, devido a velocidade na construção, tornou-se referência nos momentos em que as taxas de infectados era altíssima.

2.2.1 Construção Modular

Construção modular, segundo Andrade (2020) é um sistema construtivo off-site que consiste na pré-fabricação de unidades montáveis exigindo assim conexões com a infraestrutura e entre si para originar uma edificação completa quando transportado para o terreno. Em outras palavras, toda a estrutura é pré-fabricada em grandes indústrias e levada ao local onde será encaixada e montada conforme se pede em projeto, trazendo para a vida prática e profissional o mesmo conceito do LEGO.

Seria um grande equívoco associar tal sistema construtivo apenas em casas, pois é possível a utilização deste método em grandes edificações de diferentes tipos. É possível agregar diversas técnicas que envolvem o aço, madeira, vidro e peças de concreto pré-moldado. Um dos pontos positivos que vale ressaltar, é a sua versatilidade quanto a outras metodologias existentes, como por exemplo a coordenação modular.

Enquanto as edificações modulares tratam-se de construções em peças de encaixe a coordenação modular, segundo Ferreira (2015) é definida como um método ou abordagem de projeto, com elementos construtivos dimensionados a partir de uma unidade de medida comum. A unidade, chamada de módulo, define as dimensões e proporções dos elementos, estabelecendo uma relação de dependência entre eles e o produto final, a edificação. O uso de módulos na arquitetura pode ser encontrado em várias épocas, desde a Antiguidade.

Estes dois conceitos possuem uma forte relação devido ao seu método de execução pois a coordenação modular, como foi citado, busca a ordenação dos espaços junto as peças ou materiais que não de ser utilizados na obra construtiva, associando esse método junto com sistema construtivo em peças modulares resultará em uma obra com grande desempenho e principalmente no quesito rapidez, economia e durabilidade. Unindo esses dois conceitos e colocando em prática essas duas maneiras construtivas, resultará em uma construção muito mais dinâmica, econômica e com pouco tempo de execução. Essas são características essenciais em obras emergenciais

2.2.2 vantagens e desvantagens do sistema modular

As vantagens dos sistemas modular, são:

Agilidade

Uma das maiores vantagens ao usar o sistema modular é sua maior agilidade. Por envolver vários processos construtivos aos mesmos tempos, a construção torna-se mais rápida, sendo concluída em um curto prazo de tempo, tornando-se então, mais fácil cumprimento do cronograma e prazos de entrega

Versatilidade

Como citado, este sistema de construção é bastante versátil devido a metodologia que o compreende. Tal maneira construtiva permite que a mesma seja modicável podendo mudar espaços dependendo das necessidades e ainda permite-se construir com esse sistema: casas, empreendimentos, habitações de luxo, restaurante e grandes centros de saúde.

Sustentável

Por se tratar de um sistema controlado com alto grau de acuracidade, faz com que essas edificações gerem menos resíduos comparados a outros tipos de construções, fazendo que haja um menor desperdício de materiais.

Qualidade

Sendo o sistema modular padronizado e industrializado, os materiais desse sistema tendem a ser mais rigorosos no que diz respeito as normas e padrões, isso contribui significativamente para que ela seja tão mais aprimorada e resistente que o sistema construtivo tradicional conhecido.

Dentre as desvantagens é importante destacar:

Mão de obra especializada

Por ser um sistema construtivo bem diferente dos tradicionais é necessário que haja mão de obra treinada que desenvolva competências para o trabalho devido as especialidades com o manuseio de maquinários específicos e os cuidados com a instalação.

2.2.3 industrializações da construção modular e seus processos

A industrialização na construção civil tem, dentre várias vantagens produtivas o aumento do controle de qualidade em todas as etapas da obra. Na utilização desses processos pode se ter muitos resultados positivos quando se comparada a outras formas construtivas. Reduzir custos, otimizar processos e aumentar a produtividade são algumas dessas vantagens. Usando esses recursos industriais é possível, também, obter um tempo reduzido de execução, por ser preciso menos mão obra, e assim, garantir que a edificação seja finalizada no prazo mínimo.

2.2.4 Steel frame

Segundo Albert, as estruturas em *Steel Frame* são uma alternativa às estruturas em concreto armado. Dentre as vantagens desse sistema, podemos citar a relação da estrutura de concreto armado e sua massa reduzida. Esta redução resulta em fundações mais leves, sendo usada para prédios “arranha céu” por conta da sua leveza e resistência.

Este método construtivo não usa tijolos ou cimentos. Ambos são substituídos por sistemas de sustentação com aço galvanizado substituídas com placas prontas para pintura. LSF apresenta uma alta resistência ao fogo e pode ser utilizado em construções diversificadas, dentre elas: residências, escritórios, escola e hospitais.

Quando se fala hospitais ou centros de saúde, o LSF se enquadra perfeitamente pois as peças em aço de são fácil manuseio. O *steel frame* forma painéis estruturais de perfis de aço leve que resistem a cargas dos pavimentos e da cobertura e a cargas devidas ao vento.

Podem ser erguidos até cinco pavimentos (SEBRAE, 2016).

Quando se trata do uso do *steel frame* para hospitais emergenciais, o processo construtivo é semelhante para outros tipos de edifícios embasados no mesmo sistema e mesmo material construtivo. A estrutura de aço é montada em uma fundação e, em seguida, são instalados os painéis de fechamento e os sistemas elétricos, hidráulicos e de climatização. No entanto, no caso de hospitais emergenciais, é importante garantir que a estrutura atenda aos requisitos de saúde e segurança conforme a Resolução-RDC N° 50, como a instalação de sistemas de ventilação e filtragem de ar para evitar a propagação de doenças. Além disso, é importante garantir que a estrutura seja capaz de suportar o peso de equipamentos médicos e que os sistemas elétricos e hidráulicos sejam instalados de forma segura e eficiente. Por fim, é importante garantir que a estrutura atenda aos requisitos de acessibilidade e que seja fácil de limpar e desinfetar, a fim de garantir a segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde.

3. CONCLUSÃO

Com os avanços tecnológicos e científicos, que por sua vez, favoreceram a abordagem em diferentes áreas de atuação e do conhecimento social e técnico, a engenharia civil evoluiu muito em suas abordagens e concepções, seja ela projetual, com diversos softwares existentes que facilitam e auxiliam com maior exatidão nas etapas de projetos, como também os métodos construtivos. E a busca incansável da engenharia civil para evoluir ainda mais e atingir as melhores e maiores soluções visíveis e econômicas com menor dano aos meios ambientais e de forma a contribuir significativamente para desenvolvimento social, apenas continua.

Tendo em vistas essas inovações na engenharia civil e os recentes acontecimentos causados pela pandemia, os órgãos de saúde buscaram medidas rápidas e eficazes para tratar os infectados pelo novo corona vírus. Com isso foi adotado uma técnica construtiva para os hospitais de campanhas que consiste em edificações modulares que há muito tempo, ainda na segunda guerra mundial, foram utilizadas deste sistema na construção de hospitais emergenciais. Tal sistema construtivo ainda é muito difundido no Brasil, diferente de outros lugares que aos poucos vem tomando espaço significativo na arquitetura e engenharia.

Como mostrado, em momentos emergenciais de marco histórico as construções em módulos se fizeram presentes e, sem sombra de dúvidas, estará presente em futuros problemas de cunho emergencial. Por isso os estudos científicos e técnicos a cerca desta forma de construção devem ser bastante aperfeiçoadas a fim de melhorar, ainda mais, seus pontos positivos para que assim possa contribuir com todo seu desempenho.

Então é possível observar o quão essencial e importante é a utilização e aprofundamento das edificações em módulos construtivos, mas é fato que, além do bom sistema construtivo, é necessária uma mão de obra especializada desde sua industrialização até a aplicação dos módulos nos canteiros de obras seguindo uma ideia de coordenação modular muito bem aprofundada.

Dessa forma o presente trabalho visa contribuir com a comunidade academia e sociedade de forma a apresentar as vantagens das construções modulares para a área da saúde, pois diante de tantas tecnologias de construções e mesmo ela sendo pouco explorado no Brasil, esta é a que melhor se adequa em casos emergências pela praticidade, economia e baixíssimos danos ao meio ambiente.



Referências

BAÚ, Gabriela. **Construções modulares**: Mapeamento do processo executivo de edificações em chassi de aço, 2021. Dissertação (graduação em engenharia civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2021. Disponível em: Microsoft Word - 2021_04_TCC_Gabriela_V10final (ufsc.br). Acesso em: 23 out 2022.

BRAGA, Giovana; PARENTE, Brenda; SCARDUA, Giulia. **Sistemas Construtivos Emergenciais Aplicados na Pandemia Covid – 19**, 2022. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31260/1/ATCC_Sistemas%20construtivos%20emergenciais%20aplicados%20na%20pandemia%20de%20Covid-19.pdf. Acesso em: 30 mar 2023

LAFETE: **construções modulares: tudo sobre**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.lafaetelocacao.com.br/artigos/construcao-modular/>. Acesso em: 02 nov 2022.

GREVEN, Helio adão; BALDOLF, Alexandra staudt. **Introdução a coordenação modular no Brasil**: uma abordagem atualizada. Porto Alegre: Editora antac, 2007. Disponível em: <http://www.habitare.org.br.pdf>. Acesso em: 23 out 2022.

SILVA, Ruth Otamária. **Hospital de campanha como solução emergencial para o atendimento hospitalar de pacientes infectados pela COVID19**, 2020. São Paulo. Disponível em: <https://www.faesfpi.com.br>. Acesso em: 23 out 2022.

VUOLO, Aliny Silva; DUTRA, Junior. **Industrialização na construção civil: estudo de caso para construções modulares voltadas para edificações emergenciais**, 2021. Dissertação (graduação em engenharia civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2021. Disponível em: CONSTRUÇÕES MODULARES TCC ALINY E JÚNIOR.pdf (animaeducacao.com.br). Acesso em: 23 out 2022.

21

**A IMPORTÂNCIA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS
DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**
THE IMPORTANCE OF USING CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

Thiago dos Anjos Costa¹

¹ Engenharia Civil da Faculdade Anhanguera, São Luís-MA

Resumo

A reciclagem de resíduos de construção civil é uma estratégia de sustentabilidade que transcende os benefícios ambientais, trazendo também vantagens econômicas substanciais. Este resumo explora as diversas dimensões econômicas associadas à reciclagem de resíduos de construção, destacando como esta prática pode contribuir para a economia, inovação e responsabilidade social corporativa. A importância da reciclagem de resíduos de construção é evidenciada pela redução significativa na necessidade de novos materiais. Patel e Moore (2020) destacam que a reutilização de materiais reduz os custos de produção e minimiza as despesas com descarte em aterros. Esta economia é especialmente relevante em um setor onde a eficiência de custos é uma prioridade e as margens de lucro podem ser estreitas. A reciclagem permite que as empresas de construção minimizem seus gastos com materiais, ao mesmo tempo que promovem práticas ambientais responsáveis. Conclui-se que em um mercado cada vez mais voltado para a sustentabilidade, empresas que demonstram responsabilidade ambiental ganham uma vantagem competitiva. Essa imagem positiva pode atrair clientes e parceiros comerciais mais conscientes do ponto de vista ambiental, melhorando o posicionamento da empresa no mercado.

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

Abstract

Recycling construction waste is a sustainability strategy that transcends environmental benefits, also bringing substantial economic advantages. This summary explores the various economic dimensions associated with construction waste recycling, highlighting how this practice can contribute to the economy, innovation and corporate social responsibility. The importance of recycling construction waste is evidenced by the significant reduction in the need for new materials. Patel and Moore (2020) highlight that reusing materials reduces production costs and minimizes landfill disposal expenses. These savings are especially relevant in an industry where cost efficiency is a priority and profit margins can be tight. Recycling allows construction companies to minimize their material expenditures while promoting responsible environmental practices. It is concluded that in a market increasingly focused on sustainability, companies that demonstrate environmental responsibility gain a competitive advantage. This positive image can attract more environmentally conscious customers and business partners, improving the company's positioning in the market.

Keywords: Reuse. Waste. Construction. Demolition.

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais consciente dos impactos ambientais, a gestão e o aproveitamento de resíduos de construção e demolição (RCD) emergem como questões críticas no cenário da construção civil. Esta introdução explora a importância fundamental de abordagens sustentáveis na manipulação desses resíduos, destacando as implicações ambientais, econômicas e sociais envolvidas.

Anualmente, milhões de toneladas de resíduos são geradas pela indústria da construção civil, representando um dos maiores fluxos de resíduos sólidos em todo o mundo. Tradicionalmente, esses resíduos, que incluem materiais como concreto, tijolos, madeira, vidro e metais, têm sido frequentemente descartados em aterros. No entanto, esse método de disposição não é sustentável, dada a crescente escassez de espaço para aterros e o impacto negativo sobre o meio ambiente.

A relevância da utilização dessas sobras de obra e destruição reside na sua capacidade de transformar um problema ambiental em uma oportunidade de sustentabilidade. O reaproveitamento de RCD pode reduzir significativamente a extração de recursos naturais, diminuir a emissão de gases de efeito estufa e economizar energia no processo de produção de novos materiais de construção. Além disso, a reciclagem de resíduos de construção contribui para a economia circular, uma abordagem econômica que busca reduzir o desperdício ao mínimo e maximizar o uso de recursos.

No entanto, a implementação efetiva de práticas de reaproveitamento de RCD enfrenta diversos desafios. Estes incluem a necessidade de tecnologias apropriadas para a separação e processamento de resíduos, políticas públicas que incentivem a reciclagem e a reutilização, e uma mudança na mentalidade tanto dos profissionais do setor quanto do público em geral. A superação desses desafios requer uma abordagem integrada, envolvendo cooperação entre governos, indústrias e comunidades. Ao considerar a trajetória futura da construção civil, torna-se evidente que o aproveitamento eficiente de resíduos de construção e demolição é mais do que uma prática ambientalmente responsável; é uma necessidade para um desenvolvimento sustentável.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Neste estudo, adotamos uma metodologia sistemática de revisão de literatura focada no tema “A Importância do Aproveitamento de Resíduos de Construção e Demolição”. O objetivo é explorar as práticas, desafios e benefícios associados ao manejo desses resíduos, identificando lacunas na literatura existente e delineando oportunidades para futuras pesquisas. Inicialmente, definimos o escopo da revisão, focando em estudos publicados nos últimos 5 anos para assegurar a relevância das informações. A revisão inclui artigos de periódicos, teses, dissertações e relatórios de organizações governamentais e não governamentais, excluindo materiais não acadêmicos e artigos não revisados por pares. Também decidimos incluir publicações em diversos idiomas, condicionado à competência linguística da equipe de pesquisa. A estratégia de busca envolve o uso de bases de dados reconhecidas como Web of Science, Scopus, Google Scholar e outras específicas da área de engenharia e construção civil. Utilizamos um conjunto de palavras-chave e termos de busca cuidadosamente selecionados, abrangendo “resíduos de construção”, “demolição”,



“reciclagem na construção civil”, e “sustentabilidade na construção”, entre outros. Todas as etapas da busca são meticulosamente documentadas para garantir a replicabilidade do processo.

2.2 Resultados e Discussão

A indústria da construção civil, reconhecida como um dos pilares fundamentais do desenvolvimento econômico, é também uma das maiores produtoras de resíduos sólidos em escala global. Este setor não só consome quantidades significativas de recursos naturais, mas também gera um volume considerável de resíduos, que têm implicações profundas para o meio ambiente. Conforme destacado por diversos estudiosos (Smith, 2018; Johnson, 2019), o manejo inadequado desses resíduos pode levar a problemas ambientais graves, incluindo a poluição do solo e água, além de contribuir para a degradação de ecossistemas sensíveis.

O impacto dos resíduos de construção no meio ambiente começa com a extração de matérias-primas. A mineração e o processamento de materiais como areia, pedra e metais têm um custo ambiental significativo. Segundo Brown e Green (2020), a exploração intensiva de recursos naturais não só esgota estes recursos, mas também afeta a biodiversidade local e global. Além disso, a energia consumida e as emissões geradas durante a produção e o transporte desses materiais contribuem significativamente para as mudanças climáticas, conforme apontam estudos recentes de Miller e Collins (2021).

A fase de construção em si é uma fonte importante de resíduos. Muitos projetos geram sobras de materiais, que frequentemente acabam em aterros. Este destino dos resíduos de construção tem consequências ambientais notáveis. Os aterros não só ocupam grandes áreas de terra, mas também podem levar à contaminação do solo e das águas subterrâneas, especialmente quando os resíduos não são tratados ou segregados adequadamente (JOHNSON, 2019). Além disso, a decomposição de materiais orgânicos em aterros produz metano, um poderoso gás de efeito estufa, como explicam Lee e Kim (2018).

A urbanização rápida e o crescimento da população mundial exacerbam esses problemas. Cidades em expansão exigem mais infraestrutura, habitacional e comercial, o que aumenta a demanda por materiais de construção e, conseqüentemente, a geração de resíduos. Essa demanda crescente por construção tem implicações diretas para o meio ambiente, como destacam autores como White e Harris (2022), que apontam para a necessidade urgente de práticas de construção mais sustentáveis e eficientes.

A demolição de edifícios antigos também contribui para o volume de resíduos de construção. Muitas vezes, esses materiais são descartados sem considerar seu potencial de reutilização ou reciclagem, o que representa uma perda de recursos e uma oportunidade perdida de minimizar o impacto ambiental. Segundo Patel e Moore (2020), a reciclagem de resíduos de demolição pode reduzir significativamente a necessidade de novos materiais, diminuindo assim a pressão sobre os recursos naturais e os ecossistemas.

Além dos impactos diretos, o descarte inadequado de resíduos de construção tem implicações sociais. Comunidades próximas a aterros podem sofrer com problemas de saúde, degradação da qualidade de vida e diminuição da valorização de suas propriedades. A necessidade de uma gestão responsável dos resíduos de construção é, portanto, não apenas uma questão ambiental, mas também social, como enfatizam autores como Nguyen e Zhang (2019).

Diante desses desafios, emerge a necessidade de políticas e práticas mais sustentá-

veis no setor da construção. A adoção de métodos de construção que minimizem a geração de resíduos, o fomento à reciclagem e a reutilização de materiais são passos essenciais para mitigar o impacto ambiental dos resíduos de construção. Como apontado por Young e Turner (2017), a integração de práticas sustentáveis no ciclo de vida dos projetos de construção pode levar a uma redução significativa da pegada ambiental do setor.

Logo, os resíduos de construção representam um desafio ambiental significativo, mas também uma oportunidade para repensar as práticas do setor. Como destacam diversos estudiosos (KHAN; AHMED, 2021; LIU; WANG, 2022), a adoção de abordagens mais sustentáveis e responsáveis é crucial para garantir um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente para as gerações futuras.

A reciclagem de resíduos de construção é uma prática que não só atende a importantes objetivos ambientais, mas também traz benefícios econômicos significativos. Patel e Moore (2020) destacam a economia gerada pela redução da necessidade de novos materiais, que é um aspecto fundamental em um setor onde eficiência de custos e sustentabilidade são prioritários. Além de minimizar os custos de produção, a reciclagem de resíduos também reduz os gastos com a disposição de resíduos em aterros, que podem ser significativos.

Johnson (2019) ressalta que a reciclagem de resíduos de construção fomenta o crescimento econômico ao criar novas oportunidades de negócios e emprego. Esta dinâmica se manifesta no desenvolvimento de instalações de reciclagem, no processamento de materiais reciclados e na inovação em tecnologias de reciclagem. Esse crescimento não se limita apenas ao setor de construção, mas se estende a toda a cadeia de suprimentos e setores relacionados, estimulando a economia local e nacional.

A economia circular, enfatizada por Khan e Ahmed (2021), é outro benefício econômico da reciclagem de resíduos de construção. Este modelo econômico não só ajuda a preservar recursos naturais, mas também estimula a inovação, a eficiência no uso de recursos e a redução de desperdícios, aspectos vitais para a sustentabilidade a longo prazo do setor.

Brown e Green (2020) observam que empresas que adotam práticas de reciclagem podem melhorar significativamente sua imagem corporativa. Em um mercado cada vez mais consciente do ponto de vista ambiental, empresas com práticas sustentáveis têm maior probabilidade de atrair clientes e parceiros comerciais, criando uma vantagem competitiva.

Além disso, a reciclagem de resíduos de construção contribui para a redução da pressão sobre os aterros sanitários, um problema crítico em muitas áreas urbanas, como apontado por White e Harris (2022). Com a redução da quantidade de resíduos destinados a aterros, as comunidades locais se beneficiam de um ambiente mais limpo e seguro, o que pode levar a uma melhor qualidade de vida e a valorizações imobiliárias.

Lee e Kim (2018) destacam que a redução das emissões de gases de efeito estufa, como resultado da menor necessidade de processos de produção intensivos em energia, é outro benefício econômico da reciclagem de resíduos de construção. A redução da pegada de carbono do setor de construção civil é essencial para atender aos objetivos globais de sustentabilidade e mudança climática.

Finalmente, Young e Turner (2017) sugerem que a integração de práticas sustentáveis de reciclagem no início do ciclo de vida dos projetos de construção pode levar a economias significativas. Essas economias são obtidas através da redução de custos de materiais e da minimização de impactos ambientais adversos, o que, por sua vez, pode aumentar a viabilidade econômica de projetos de construção.



Portanto, a reciclagem de resíduos de construção é uma estratégia econômica eficaz que oferece múltiplos benefícios. Desde a redução de custos até a criação de novos mercados e oportunidades de emprego, passando pela promoção da economia circular e a melhoria da imagem corporativa, as vantagens econômicas da reciclagem são claras e significativas. À medida que a indústria da construção civil continua a evoluir, a adoção de práticas de reciclagem eficazes será fundamental para assegurar a sustentabilidade ambiental e a viabilidade econômica a longo prazo.

3. CONCLUSÃO

Ao longo deste estudo, exploramos extensivamente os benefícios econômicos da reciclagem de resíduos de construção, revelando que esta prática vai além de uma mera solução ambiental, posicionando-se como uma estratégia econômica crucial para a indústria da construção civil. A reciclagem não apenas atende às demandas ambientais urgentes, mas também se apresenta como uma oportunidade econômica, trazendo eficiência de custos, fomentando a inovação e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Demonstramos que a reciclagem de resíduos de construção reduz a necessidade de extração de recursos naturais, diminuindo assim os custos de produção e descarte. Além disso, identificamos que ela promove novos mercados e oportunidades de emprego, impulsionando a economia local e nacional. A adoção dessa prática na indústria da construção civil não apenas assegura a sustentabilidade ambiental, mas também oferece uma vantagem competitiva no mercado, melhorando a imagem corporativa das empresas envolvidas.

A economia circular, estimulada pela reciclagem de resíduos, surge como um modelo econômico eficiente que maximiza o uso dos recursos disponíveis, ao mesmo tempo que minimiza o desperdício. Esse modelo se alinha com as metas de desenvolvimento sustentável globais e oferece um caminho para uma economia mais resiliente e responsável.

Além disso, abordamos como a reciclagem de resíduos de construção beneficia as comunidades locais, melhorando a qualidade de vida e potencialmente valorizando imóveis devido à redução da pressão sobre os aterros sanitários e à diminuição dos impactos ambientais negativos.

Em conclusão, a reciclagem de resíduos de construção civil é uma prática indispensável para o futuro sustentável do setor. Ela não apenas atende às demandas ambientais da atualidade, mas também oferece múltiplos benefícios econômicos que podem impulsionar a indústria da construção civil em direção a um crescimento mais sustentável e responsável. À medida que avançamos, é crucial que as empresas, os formuladores de políticas e os stakeholders do setor reconheçam a importância da reciclagem de resíduos e integrem essas práticas em suas operações para garantir um futuro mais sustentável e economicamente viável para a indústria da construção civil.

Referências

- BROWN, A.; GREEN, D. **Consumo de recursos na construção:** implicações ambientais. Rio de Janeiro: Editora Eco, 2020.
- JOHNSON, L. **Gestão de resíduos na construção urbana.** São Paulo: Edições Construir, 2019.
- KHAN, F.; AHMED, S. **Sustentabilidade na construção civil:** desafios e oportunidades. Lisboa: Editora Ambiental, 2021.

LEE, K.; KIM, H. **Emissões de metano em aterros:** impacto dos resíduos de construção. Seoul: Universidade Nacional, 2018.

MILLER, R.; COLLINS, M. **Mudanças climáticas e a indústria da construção.** Londres: Green Publishing, 2021.

NGUYEN, T.; ZHANG, Y. **Impactos sociais do descarte de resíduos de construção.** Hanoi: Publicações Universitárias, 2019.

PATEL, S.; MOORE, J. **Reciclagem de resíduos de demolição:** reduzindo a necessidade de novos materiais. Nova Iorque: Earthwise, 2020.

SMITH, J.; JONES, M. **Gestão ambiental e resíduos de construção.** Sydney: Sustainable Publishing, 2018.

WHITE, R.; HARRIS, E. **Urbanização e demanda por construção:** impactos e soluções. Melbourne: Urban Studies Press, 2022.

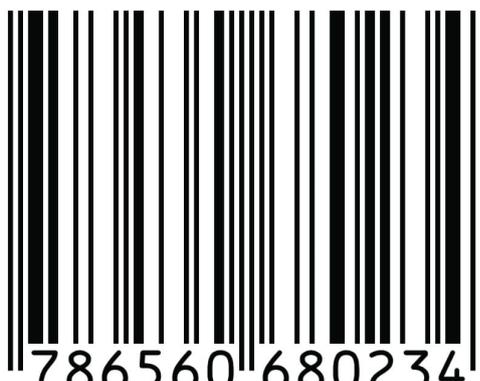
YOUNG, T.; TURNER, N. **Práticas sustentáveis em projetos de construção.** Vancouver: GreenTech, 2017.



Este livro reúne informações acerca de vários temas relacionados a Engenharia Civil, tais como: estrutura, resistência de materiais, estradas, edificação, manutenção, orçamento, segurança do trabalho, resíduos sólidos, gestão de obra, BIM, dentre outros. A obra é uma fonte de informação aos interessados sobre o assunto que desejam ampliar seus conhecimentos e compreender a relevância da área para a sociedade.

ISBN: 978-65-6068-023-4

BR



9 786560 680234