

SABERES DA ENGENHARIA

Uma Contribuição para a Sociedade

ORGANIZADORES

FABRÍCIO DE AMORIM RODRIGUEZ

LUCIANE FARIAS RIBAS

VOLUME

3



Editora Poisson



Fabrício de Amorim Rodrigues

Luciane Farias Ribas

(Organizadores)

Saberes da Engenharia:
Uma contribuição para a sociedade
Volume 3

1ª Edição

Belo Horizonte

Editora Poisson

2023

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Comitê Científico

Eng^a. M.Sc. Aline Araújo da Silva – UFAM
Eng^a. Dr^a. Samantha Coelho Pinheiro – UEA
Eng^o. M.Sc. Samuel Antão Ferreira do Nascimento - UFAM
Eng^o. M.Sc. Frank Albert Araújo – UFAM/AMTech
Eng^o. Dr^a. Natasha de Paula Amador da Costa – COPPE/UFRJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S115
Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade - Volume 3/ Organização: Fabrício de Amorim Rodrigues, Luciane Farias Ribas. Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2023
Formato: PDF ISBN: 978-65-5866-262-4 DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4
Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia
1. Engenharia Civil 2. Inovação. 3. Tecnologia I. RODRIGUES, Fabrício de Amorim II. RIBAS, Luciane Faria III. Título
CDD-620
Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

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

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br



Comissão organizadora

Fabício de Amorim Rodrigues

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Amazonas (2008) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Amazonas (2015). E atualmente coordena do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro.

Luciane Farias Ribas

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Desenvolve pesquisas na área de Engenharia civil, com ênfase em estruturas e materiais de construção, principalmente na pesquisa dos seguintes temas: Beneficiamento e reaproveitamento de resíduos de construções e demolições, argamassas, concreto de alto desempenho, concreto autoadensável, concreto leve, concreto reforçado com fibras e técnicas de microanálise de materiais. Atua, também, em trabalhos na área de gestão na construção civil, Modelagem da informação na Construção Civil (Building Information Modeling - BIM) e Construção Enxuta (Lean Construction). Busca sempre alinhar suas pesquisas para produzir conhecimento que promova o desenvolvimento sustentável no ambiente construído e urbano.

Prefácio

A pesquisa científica é formada por um conjunto de métodos que servem de base e construção do conhecimento cujo o objetivo é desenvolver, colaborar, reproduzir, refutar, ampliar, detalhar, atualizar, alguma informação nova ou pré-existente.

É um instrumento fundamental para propagação de conhecimento além de incentivar soluções para os problemas levantados na área, além de atuar no desenvolvimento do raciocínio lógico, crescimento de pensamento crítico e progresso na conduta ética dos estudantes recém formados.

O livro eletrônico “Saberes da Engenharia: Uma Contribuição para a Sociedade” foi um marco para a comunidade científica por incentivar a pesquisa através da publicação de Trabalhos de Conclusão de Curso de em forma de artigos por alunos que estão concluindo o curso de Engenharia Civil da Fametro.

Neste terceiro volume, os temas abordados apostam no desenvolvimento e inovação tecnológicos da construção civil, como: no capítulo 1 que aborda o tema acerca de painéis fotovoltaicos, no capítulo 9 onde disserta sobre a gestão de obras nas dimensões 4D e 5D. A engenharia civil tem várias vertentes. Entre essas vertentes diversos temas são abordados na área da engenharia civil como na área ambiental existem os capítulos 3, 10, 11 e 14. Na área de pavimentação, o capítulo 9 faz um estudo de caso em um condomínio na cidade de Manaus, no qual analisa as manifestações patológicas.

Sobre materiais de construção civil, os capítulos 5 cujo o tema fala sobre execução de pisos e calçadas com agregados reciclados, o capítulo 6 fala sobre as propriedades isolante térmico a base de fungo.

Por fim, existe até mesmo um capítulo que discursa sobre tema da área judicial como o capítulo 7, além de muitos outros assuntos relacionados a engenharia civil. Dessa forma, podemos observar a relevância da oportunidade dos alunos expressarem seus trabalhos em forma de pesquisa incentivando assim o cultivo da ciência desde a base educacional.

Eng^a. M.Sc. Aline Araújo da Silva
Mestre em Engenharia de Materiais (UFAM)

SUMÁRIO

Capítulo 1: Análise do uso de painéis fotovoltaicos em residência..... 08

Abílio Ribeiro Falcão Neto

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.01

Capítulo 2: Manifestações patológicas em revestimento asfáltico – Estudo de caso no condomínio Smart Laranjeiras, bairro Flores, Manaus-AM..... 15

Acivaldo Crescêncio de Araújo

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.02

Capítulo 3: Critérios para a instalação de um aterro sanitário no município de Manacapuru..... 24

Andryck Mendonça, Mary Jane Moreira

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.03

Capítulo 4: Causas e tratamentos de infiltração por capilaridade em edificações 35

Carlos Rogerio Lucio de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.04

Capítulo 5: Requisitos e procedimentos de execução de pisos e calçadas com agregados reciclados..... 45

Erutio Victor Oliveira Ribeiro

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.05

Capítulo 6: As propriedades de isolante térmico à base de fungo: Uma revisão sistemática 58

Fabiano de Melo Pinheiro, Thatiana Farias Cavalcante

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.06

Capítulo 7: Responsabilidade Civil do profissional de Engenharia na realização de laudos periciais e sua atuação no auxílio de decisões judiciais..... 66

Karen Thalita

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: As medidas de segurança na construção civil: Uma análise dos riscos ocupacionais do trabalhador e as orientações básicas para minimizar os acidentes no ambiente de trabalho 75

Marcoh Nasi Batista Sevalho, Luciane Ribas

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.08

Capítulo 9: BIM: A gestão de obras nas dimensões 4D e 5D 88

Onã Bruce de Castro

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.09

Capítulo 10: Sustentabilidade em condomínios residenciais..... 99

Paulo Afonso Cabral Bezerra

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.10

Capítulo 11: Análise do processo de licenciamento ambiental para implantação de complexos habitacionais multifamiliares na cidade de Manaus submetidos ao IPAAM 103

Pedro Henrique Rufino de Souza

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.11

Capítulo 12: Procedimentos e cuidados na execução de lajes pré-fabricadas treliçadas na cidade de Manaus-AM..... 112

Tatiana Aparício Mousse

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.12

Capítulo 13: Sapatas isoladas: Especificações técnicas para elaboração de projeto e execução..... 122

Valdevan Felix Cruz

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.13

Capítulo 14: O novo marco regulatório do saneamento e seus reflexos na cidade de Manaus..... 133

Willian Ribeiro de Jesus

DOI: 10.36229/978-65-5866-262-4.CAP.14

Capítulo 1

Análise do uso de painéis fotovoltaicos em residência

Abílio Ribeiro Falcão Neto

Resumo: O estudo teve o objetivo de analisar a economia gerada pela conversão do sistema de abastecimento de energia elétrica convencional de uma casa popular, por um sistema de placas fotovoltaicas, assim como o valor e o tempo de retorno do investimento dessa adaptação na cidade de Manaus - AM. Foi realizada pesquisa de mercado, por meio de estudo de caso e coleta de orçamentos de fornecedores locais, com abordagem descritiva e qualitativa. Para a análise da viabilidade do projeto, foi considerada média de preço de mercado utilizados os métodos analíticos do Valor Presente Líquido, valor de mão de obra especializada, e a projeção do retorno econômico esperado. Os resultados obtidos mostraram de forma clara as vantagens previstas e um retorno estimado do investimento de 5 a 7 anos gerando economias mensais.

Palavras-chave: Fotovoltaicas. Valor Presente Líquido (VPL). Abordagem Descritiva.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a dependência do uso de energia e o colapso das fontes geradoras mais tradicionais, torna novas fontes de energia renováveis extremamente necessárias. A tecnologia de captação de energia solar, vêm se aperfeiçoando e está mais acessível do que nunca.

A técnica de geração de energia através da captação de luz solar é possível graças ao efeito fotovoltaico, conversão direta da luz em energia elétrica, relatado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel, gerando grande interesse industrial em meados de 1950;

O foco dessa tecnologia a princípio era o setor de telecomunicações, por conta da escassez de fontes de energia em locais afastados e de difícil acesso, e mais tarde na “corrida espacial” pois é o modo mais viável para o fornecimento de energia para equipamentos que torna possível a permanência de longos períodos no espaço, assim como a alimentação contínua de satélites.

A eficiência da placa fotovoltaica atingiu 1% na década de 1940, e hoje chega a 22,2%.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

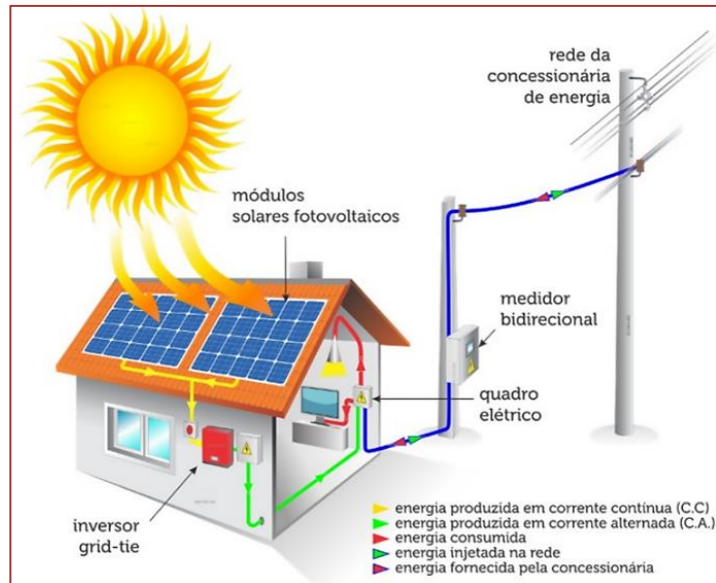
No Brasil, a energia solar representa 1,7% de toda a matriz energética, índices ainda baixos, porém esse número vem crescendo, sendo as regiões Sul e Sudeste com os maiores números, tendo sua maior utilização em residências. Estima-se que até 2024 existam no país, conectados à rede aproximadamente 887 mil sistemas de solares.

Na região Norte essa tecnologia ainda é pouco explorada pelo alto custo do investimento inicial e a falta de estímulos governamentais, em contra partida, existem compensações consideráveis a longo prazo, tanto no âmbito econômico quanto no ambiental. Espera-se com este trabalho estimular o uso e a disseminação da informação referente a utilização de placas fotovoltaicas para geral energia solar.

Este trabalho apresentará a origem da tecnologia de placas fotovoltaicas para captação de energia solar, através do assim chamada efeito fotovoltaico, e de que forma se tornou, ao longo dos anos, uma potencial fonte de energia limpa e renovável para as gerações futuras; Será apresentado dados comparativos a respeito do uso de placas fotovoltaicas de silício e a energia fornecida pela concessionária local; Será demonstrado as diretrizes da implementação das placas de acordo com a NBR vigente, e por fim, será analisada a viabilidade financeira do projeto instalado.

Na Figura 1 a seguir é apresentado o sistema on-grid, adotado nesse trabalho.

Figura 1 - Ilustração sobre o funcionamento do sistema fotovoltaico On-Grid



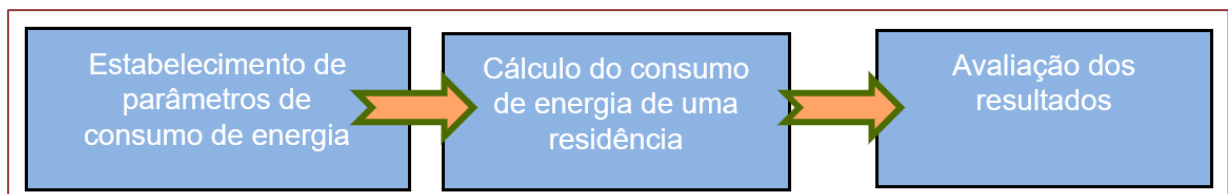
Fonte: gridsolaris.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia adotada teve como base as normas da NBR-16690, que estabelecem os requisitos do projeto de instalação. Este trabalho levou em consideração dados do mercado regional e fornecedores nacionais.

A seguir são apresentadas as etapas do estudo na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. ESTABELECIMENTO DE PARAMETROS

Foi calculada a média de consumo mensal de energia elétrica em kw/h de uma residência, e adotada a tarifa da concessionária local. Com o resultado, foi possível a quantificação do número de placas fotovoltaicas necessárias para gerar essa quantidade de energia e o valor do investimento, permitindo assim, a estimativa da compensação financeira. O sistema **off-grid**, que consiste em placas fotovoltaicas e uma série de baterias de lítio é totalmente independente da rede de abastecimento de energia, para este

trabalho, foi adotado o sistema **on-grid**, que é composto pelas placas mas sem as baterias e é ligado à rede da concessionária, por não usa baterias se torna mais viável, além disso, é mais vantajoso pois o excedente gerado, contabiliza crédito na concessionaria, podendo ser descontado na conta de luz, enquanto que no sistema **off-grid**, após as baterias estarem totalmente carregadas, o excedente gerado não é aproveitado.

A Figura 3 a seguir ilustra e descreve as diferentes etapas do sistema

Figura 3 - Ilustração sobre do sistema solar on-grid



Fonte: Portal Solar.

1 - Captação

As placas captam a energia solar e produzem energia elétrica em corrente contínua.

2 - Conversão

O Inversor solar converte a energia dos painéis solares em energia elétrica (Corrente Alternada - AC) que é usada na casa.

3 - Distribuição

A energia do inversor solar vai para o quadro de luz e é distribuída na casa.

4 - Consumo

A energia alimenta toda a rede da casa TV, computador, máquinas de lavar, ar-condicionado, e qualquer outro equipamento elétrico que esteja conectado na tomada.

5 - Créditos de Energia

O excesso de eletricidade produzida vai para a rede elétrica e é contabilizada como crédito na concessionária local.

3.2. CALCULO DO SISTEMA

Foi considerado uma casa residindo 04 pessoas com 02 quartos, 01 sala de estar, 01 cozinha, 01 banheiros e 01 área de serviço, foi feito levantamento do uso diário de eletrodomésticos e eletrônicos na casa com uma média de 12,56kw/h, multiplicado por 30 dias chegando a um valor de 377kw/h por mês, adotando o valor da tarifa a R\$ 1,049 a conta mensal de adotada foi de R\$ 395,47.

Abaixo Tabela 1 referente ao consumo medio dos aparelhos segundo o fabricante.

Tabela 1 – Consumo médio dos aparelhos

Aparelhos elétricos	consumo em kW	Consumo em h/m	Kw/h mês
Chuveiro elétrico	2,8	80	224
Televisão	0,2	150	30
Geladeira	0,15	720	108
Ventilador	0,05	300	15
Total KW/h mês			377

3.3. AVALIAÇÃO DE RESULTADO

Com uma média de consumo diário de 12,56kw/h e considerando a média da incidência solar na nossa região de 4,85 horas de acordo com o site da cresesb.cepel.br, resultado do pico diário de 2,59kw/h, considerando a placa de 360w, chegando no número de placas necessárias para gerar essa quantidade diária de energia: $2590w/360w=7,19$ ou seja, 8 placas porém vamos considerar 9 placas, e um inversor de energia de 3,3kw, chegando a média de 356,7kw/m quase R\$ 375 por mês.

Um kit solar com:

9x Módulos Fotovoltaicos Policristalinos 360 W

1x inversor solar monofásico On Grid

1x Poket WI-FI Intelbras

1x String Box ESB 1106

100MT Cabo solar preto 1,8 kV DC 6 mm

6x Conectores

Oçamento

- preço já com instalação e frete em média R\$ 18.974,16.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Norma NBR16690 estabelece os requisitos de projeto das instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos, incluindo disposições sobre os condutores, dispositivos de proteção elétrica, dispositivos de manobra, aterramento e equipotencialização do arranjo fotovoltaico, sendo a atualização mais recente em 2019, a ainda ajustes em discussão devido as mudanças de mercado e avanços consideráveis na tecnologia fotovoltaica.

4.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SISTEMA

Foi constatado que o sistema **on-grid** apresenta a opção mais viável e vantajosa para um modelo de casa situada na área urbana, além da característica de não necessitar de baterias de lítio que possuem um valor de mercado elevado, por conta do suporte da concessionária de energia do local consequentemente tornando-se mais viável economicamente, o acumulo de créditos computados pela concessionária gera desconto proporcional a produção de energia que podem ser abatidos na conta de luz, vale salientar que na área rural onde não exista suporte na companhia elétrica não é possível a utilização desse sistema pela necessidade de autonomia do sistema por meio de baterias.

4.2. AVALIAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS

Foi considerado a média de consumo de energia de uma casa popular com 02 quartos, 01 banheiro 01 cozinha e 01 área de serviço com até 04 pessoas levando em conta a utilização de aparelhos domésticos padrões de acordo com a **Tabela 1**, que por sua vez tiveram seus dados técnico extraídos de manuais e sites oficiais dos respectivos fabricantes e medidos em KWh/mês, chegou a um valor médio de 377kwh/mês.

4.3. RESULTADOS OBTIDOS

Com os dados referente ao consumo de energia elétrica medido em KWH, foi possível estabelecer os parâmetros do sistema fotovoltaico necessários para gerar o montante de energia equivalente ao produzido através da ligação convencional (no caso advindo da concessionária local Manaus energia), com as características determinadas e adaptadas à planta da edificação obedecendo todas as normas de instalação elétrica foi possível então fazer um orçamento com empresas registradas e estabelecidas no mercado nacional, obteve-se então uma média no valor da implantação do sistema, foi feito um comparativo de valores entre a energia consumida pela rede tradicional levando em consideração as devidas tarifas e com o sistema de captação de energia solar apresentado nesse trabalho e constatado sua viabilidade econômica e uma estimativa de cashback de no máximo 4 anos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a conversão de um sistema gerador de energia convencional para um sistema fotovoltaico gera uma economia financeira considerável e que o retorno do investimento é de pelo menos 48 meses, e levando em conta a garantia de 12 meses do sistema oferecida pelo fabricante, o resultado foi considerado ainda mais positivo, confirmando a hipótese do artigo, ainda levando em conta que foi considerado um número mínimo de placas necessárias podem

ainda ser implantado uma quantidade maior de sensores fotovoltaicos, que apesar de onerar o valor do investimento o retorno se torna ainda mais vantajoso. Além do âmbito econômico-social, foi levantado ainda a importância do aspecto ambiental tendo em vista que o sistema de captação solar é mais sustentável e limpo e com o mínimo de impacto no meio ambiente, nunca se fez tão necessário encontrar fontes de energia condizentes com nosso estilo de vida e a saúde do planeta, essa tecnologia está em uma linha de evolução mais acelerada por conta de novos materiais e mais investimento em pesquisa, a popularização dessa tecnologia pode ajudar a traçar este caminho.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16690 – Instalação elétricas e arranjos fotovoltaicos – Requisitos de projeto de 10/2019
- [2] Livro: Energia solar Fotovoltaica no Brasil – conceito aplicação e estudo de caso. Editora Internacional Copper Association Brazil. Rio de Janeiro, 30 de outubro de 2018. Vinicius Ayrão
- [3] Livro: Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos Autor Sérgio. S.Brito - Centro de Referência para Energias Solar e Eólica. Edição especial PRC-PRODEEM
- [4] Site internet: cresesb.cepel.br (10.09.2021)
- [5] Site internet: <https://www.portalsolar.com.br/>
- [6] Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica – Editora oficina de livros 1ª edição, autor Wilson Negrão Macêdo
- [7] Instalação de sistema de microgeração solar fotovoltaica – editora SENAI SP, 1ª edição

Capítulo 2

Manifestações patológicas em revestimento asfáltico – Estudo de caso no condomínio Smart Laranjeiras, bairro Flores, Manaus-AM

Acivaldo Crescêncio de Araújo

Resumo: É de extrema importância a dosagem correta do revestimento asfáltico para que não ocorra falha na camada que impermeabiliza o pavimento. Caso haja erros, consequentemente haverá patologias no revestimento asfáltico. Diante o exposto, o objetivo desse estudo é analisar as causas das manifestações patológicas em revestimento asfáltico, através de estudo de caso, estabelecendo os cuidados durante o projeto e execução. Ademais, para alcançar o objetivo geral, será necessário estar identificando, analisando, levantando as causas das manifestações patológicas através de estudos específicos, estabelecendo cuidados, definindo os procedimentos e critérios, estimando as medidas de restauração e apresentando gastos com os reparos. Diante disso, para alcançar os resultados esperados, precisamos identificar os procedimentos e critérios adotados no projeto e execução, avaliar as medidas de restauração do pavimento, e também demonstrar os gastos com o reparo. Com esses resultados, espera-se a redução de erros na execução e nas falhas das misturas do revestimento asfáltico.

Palavras-chave: Asfalto. Patologias. Pavimentação.

1. INTRODUÇÃO

O pavimento é composto por camadas, sendo elas: a camada de base, a camada de estrutura do pavimento e a última camada chamada de revestimento, que é utilizada para receber o tráfego e suportar as intempéries. Esta camada pode ser à prova d'água, usando um concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) (PEREIRA, 2014). Neste tipo de concreto, é utilizado o cimento asfáltico de petróleo, ligante conhecido como CAP. É um material semissólido na temperatura ambiente que precisa de aquecimento para unir sua composição aos demais agregados minerais (BETUME, 2020).

É necessário, que durante o preparo do CBUQ, a mistura seja feita corretamente, pois, manifestações patológicas podem ocorrer muito antes do previsto em projeto, fazendo com que a estrutura tenha a sua durabilidade reduzida. Além disso, outros fatores podem ser responsáveis pelas deteriorações do asfalto, como falta de manutenção, projeto deficiente ou construção inadequada.

Possivelmente, o que ocorreu na obra relatada neste estudo de caso foi um erro na usina durante o preparo do CBUQ. Conseqüentemente, mesmo após todos os procedimentos corretos na execução da pavimentação, não houve a cura do revestimento. Em vista disso, o revestimento ficou flácido, se desfazendo e acumulando umidade, deixando-o sempre encharcado.

Em virtude disso, este trabalho tem como objetivo levantar as manifestações patológicas em revestimentos asfálticos, por meio de análise de relatórios e visitas a campo, identificando os procedimentos e critérios adotados no projeto e execução. Logo após, identificar as causas das manifestações patológicas, por meio da análise de resultados experimentais e de relatórios de execução, avaliando as medidas de restauração do pavimento. E por fim, estabelecer os cuidados durante o projeto e execução, por meio da análise das medidas preventivas, e ainda demonstrar os gastos com reparos.

Ademais, este é um estudo de caso muito importante e servirá de informativo na faculdade para outros alunos que estão formando e pretendem seguir especialização na área de pavimentação. Com isto, é certo que haverá uma fiscalização mais minuciosa durante o preparo do revestimento e todo o processo de pavimentação.

Em suma, as patologias asfálticas sempre irão existir, no entanto, podem ser evitadas com projetos eficientes, com a utilização de mão de obra qualificada e a fiscalização do engenheiro civil durante toda a obra.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O pavimento é uma camada geológica de várias espessuras construída na superfície da terraplanagem. Pode resistir aos esforços cíclicos dos veículos, além de condições climáticas favoráveis, melhorar as condições de rolamento, e também pode melhorar e proporcionar aos usuários maior conforto, segurança e economia (BERNUCCI, 2008).

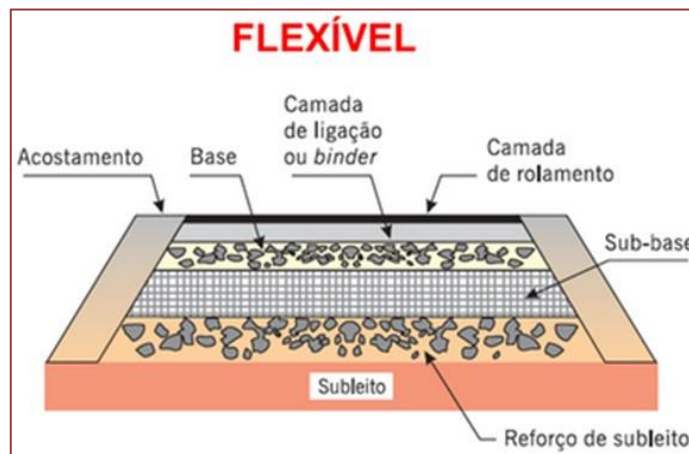
Figura 1. Pavimento com revestimento asfáltico



Fonte: Autoria própria (2021).

O pavimento rodoviário mais utilizado é o flexível, ao aplicar uma carga, todas as camadas sofrerão expressivamente deformações flexíveis, de maneira que a carga será distribuída entre as camadas, tais que podem ser subleito, reforço do subleito, base, sub-base e revestimento (PEREIRA, 2014).

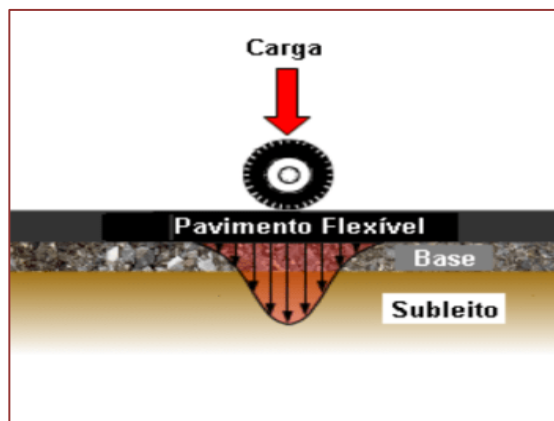
Figura 2. Estrutura de pavimento flexível



Fonte: Bernucci et al. (2006).

2.1. REVESTIMENTO ASFÁLTICO

O revestimento é uma camada de pavimento o mais impermeável possível, cuja finalidade é obter as tensões impostas pelo movimento do veículo para melhorar as exigências de segurança, conforto e rolamento, e ao mesmo tempo aumentar a resistência à força horizontal atuante, tornando-se permanente e com maior durabilidade na superfície do rolamento (DNIT, 2017).

Figura 3. Distribuição de tensão do pavimento flexível

Fonte: Arruda (2018).

Segundo Senço (2007), o revestimento asfáltico é a camada mais cara do pavimento, portanto a espessura desta camada deve ser utilizada para elevar a resistência e garantir a eficiência. As vias simples utilizam 2 vias, 2 direções e espessura de 3 a 5 cm.

Deste modo, a camada de revestimento é a última camada da superfície da estrada, usada para suportar a carga de tráfego e as influências climáticas. Esta camada pode ser impermeável, usando CBUQ, que é uma aplicação de concreto asfáltico processado a quente e asfalto borracha, ou permeável, que é uma implementação de pavimento permeável sustentável e uma implementação de camada de fricção porosa (CPA). CBUQ é um tipo de composto a quente, extremamente impermeável, da forma que o betume ter força adesiva e capacidade à prova d'água, pode selar água e materiais indesejados na estrutura. (PEREIRA, 2014).

2.2. EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO

O ligante betuminoso poderá ser um cimento asfáltico, e suas fundamentais funções são: agir como um elemento de junção, colando as partículas minerais; transformando em agente impermeabilizante do pavimento. (MENDES; NUNES, 2009).

O CBUQ deve ser aplicado com a temperatura acima de 100°C em pavimentos conforme especificado na especificação de engenharia, pois na temperatura correta tem a vantagem de poder ser submetido ao tráfego imediatamente após a compactação e resfriamento (CASTRO, 2010).

Segundo (DNIT, 2006), o modo de execução do CBUQ é subdividido em múltiplas partes de acordo com o padrão, portanto:

- Imprimação: ligante composto por asfalto diluído, CM-30 e CM-70 (figura 4), revestido por caminhão com bomba reguladora de pressão e programa de aquecimento, engrossado pelo substrato e submetido a uma espécie de limpeza por uma vassoura de força. Devido à penetração desse material, o adesivo deve causar absorção na base em pelo menos 72 horas para ter efeito de impermeabilização no solo.
- Execução da pintura de ligação: A pintura deve ser feita pelo menos 7 dias após a imprimação e aplicação do revestimento. As mais comumente utilizadas são RR-1C

e RR-2C (Figura 5). O objetivo da adequação é estimular as condições de aderência entre a camada de base e o CBUQ.

- Distribuição do concreto asfáltico processado a quente: a distribuição do CBUQ é feita sob a superfície após a finalização da imprimação e da pintura, com o auxílio de um caminhão basculante ou de uma máquina pavimentadora (figura 6)
- Compactação do concreto asfáltico processado a quente: Após a conclusão da distribuição, os bordos e as longitudinais são compactados, ao longo do trajeto do eixo da pista (figura 7). Ao terminar, os veículos já podem passar depois que a pista esfria.

Figura 4. Aplicação manual do ligante CM-30



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 5. Execução manual da pintura de ligação



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 6. Distribuição do CBUQ com o auxílio de uma pavimentadora



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 7. Compactação do CBUQ



Fonte: Autoria própria (2021).

2.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO ASFÁLTICO

As principais patologias do pavimento asfáltico são descritas como "doenças" que ocorrem no pavimento. A causa raiz pode ser a má execução do projeto, problemas de construção, falha na seleção do material e alternativas insuficientes de proteção e manutenção. Esses defeitos podem causar a deterioração do revestimento e da camada inferior, afetar o rolamento, o conforto e a segurança da estrada, além de causar danos a usuários e veículos. Os tipos de defeitos classificados pelas Normas Brasileiras e utilizados para calcular o índice de qualidade de superfície (IGG-Índice de Gravidade Global) são: fendas, afundamentos, corrugações e ondulações transversais, panelas e remendos (BERNUCCI, 2008).

As fendas são ranhuras ou rachaduras que aparecem na superfície do asfalto, que afetam sua qualidade em vários graus. Elas são divididas em trincas ou fissuras de acordo com sua largura e podem ser causados por uma variedade de fatores.

Por outro lado, afundamento é uma deformação plástica, formando depressões longitudinais na superfície do pavimento e, mais frequentemente, nos trilhos das rodas.

Já a corrugação é uma deformação transversal ao eixo da trilha, as depressões são espalhadas com a elevação e o comprimento de onda entre as duas cristas é de alguns

centímetros ou dezenas de centímetros. A ondulação também é uma deformação transversal ao eixo da pista, que é causada pela consolidação diferente do leito da estrada, e é diferente da corrugação devido o comprimento de onda entre duas cristas que é da ordem de metros.

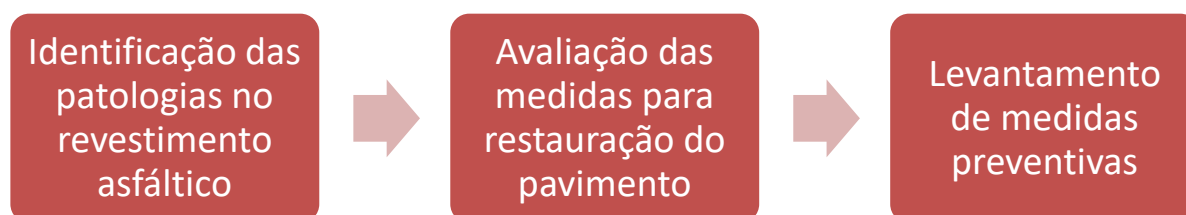
Panelas são cavidades ou buracos de diferentes tamanhos e profundidades formados no revestimento do piso que podem atingir o fundo. Esta patologia danifica gravemente a estrutura da superfície da estrada, de modo que a água superficial pode entrar na base. Além disso, existem os remendos, que são um defeito, embora relacionadas à proteção superficial, caracterizam-se por preencher o disco ou quaisquer outros orifícios ou depressões com mistura asfáltica (YOSHIZANE, 2005, p.18).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A escolha dos procedimentos metodológicos que foram definidos para a elaboração deste artigo, foi um estudo de caso sobre Revestimento Asfáltico. Este estudo trata-se de uma pesquisa aplicada e mista (de métodos quali-quantitativos), de caráter descritivo – explicativo.

Este trabalho tem como objetivo analisar, levantar e identificar as causas das manifestações patológicas em revestimento asfáltico através de estudos, visitas a campo, análises de relatórios, corpo de prova, assim como estabelecer cuidados, identificando os procedimentos e critérios adotados no projeto e execução. Segue abaixo as etapas da pesquisa representados na Figura 1:

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. IDENTIFICAÇÃO

A princípio, as manifestações patológicas em revestimentos asfálticos estão sendo identificadas visualmente através de visita a campo, por meio de extração de corpo de provas, desta maneira, constatando os problemas e buscando solucioná-los com base nos critérios adotados no projeto e execução.

3.2. AVALIAÇÃO

Uma vez que houve identificação das causas de manifestações patológicas por meio da análise de resultados experimentais e de relatórios de execução, realizou-se a avaliação das medidas para restauração do pavimento. Desta forma, foi feita a fresagem de 3 cm de espessura de todo o revestimento.

3.3. LEVANTAMENTO

Mediante ao exposto, serão estabelecidos os cuidados durante o projeto e execução, através do levantamento por meio da análise de medidas preventivas. Posteriormente, serão apresentados os gastos do novo revestimento asfáltico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS NO REVESTIMENTO ASFÁLTICO

Uma característica importante a ser avaliada é o envelhecimento de curta duração (endurecimento) do asfalto quando misturado com os agregados minerais na usina devido ao aquecimento.

Durante a visita técnica na Obra Smart Laranjeira, foi identificado que não houve a cura do revestimento asfáltico, pois, ao pisar no pavimento o mesmo sofria deformações como afundamentos, e ao penetrar o asfalto para avaliação da qualidade e de endurecimento, houve esfrelamentos e com isso foi constatado que o revestimento não havia curado, ou seja, não estava seco e nem endurecido, mesmo após 3 meses da conclusão do asfalto. É válido citar que foi solicitado a empresa que executou o pavimento a fazer o teste do mesmo, através da extração do corpo de prova, porém, a empresa contratada não divulgou o laudo final, mas custeou sozinha o retrabalho em toda a extensão do pavimento.

4.1. AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS PARA RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO

Havendo uma cansativa e extensa avaliação para as medidas de restauração do pavimento, era certo que somente com os reparos não ficaria um resultado satisfatório e seguro, sendo assim, foi decidido que seria feito a fresagem e logo após, o recapeamento de todo o revestimento asfáltico. Após tudo isso, houve ainda a recusa da empresa em não refazer o trabalho, e isso atrasou a fresagem, mas a preocupação com o nome fez com que a mesma refizesse o trabalho e finalizou a pavimentação com êxito.

4.1. LEVANTAMENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS

No levantamento de medidas para prevenir futuras ocorrências como essa, foi feito um acompanhamento rigoroso por uma pessoa especializada no processo de usinagem e também na execução do revestimento durante toda a pavimentação, para assim evitar transtornos futuros. O responsável pelos gastos do reparo foi somente a empresa contratada, e não foi divulgado nenhum valor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todo o estudo de caso sobre o revestimento asfáltico, a minha conclusão foi que houve um erro de execução e falhas na dosagem da mistura asfáltica, porém não foi possível comprovar tal ação, pois a empresa contratada não divulgou o laudo técnico final, talvez por medo de sujar seu nome devido as falhas que cometeram.

O objetivo deste trabalho foi analisar as causas das manifestações patológicas em revestimento asfáltico, por meio de estudo de caso, estabelecendo os cuidados durante o

projeto e a execução. Com ajuda de alguns engenheiros especialistas, podemos concluir que houve os erros, porém, sem laudo técnico não podemos confirmar.

Para alcançar o objetivo deste estudo, foi feita a identificação das manifestações patológicas, por meio da análise de resultados experimentais e de relatórios de execução. Em seguida foi feito a avaliação das medidas de restauração do pavimento estabelecendo cuidados durante o projeto e execução, e por fim o levantamento da análise das medidas preventivas.

É muito interessante que um estudo mais aprofundado sobre o CBUQ possa ser feito antecedendo a execução de um pavimento, para que não ocorra erros que necessitem de uma fresagem e recapeamento, pois, o gasto é em dobro e muito mais trabalhoso. Lembrando que durante toda a execução da pavimentação asfáltica, deve ser acompanhada por um engenheiro civil especialista.

REFERÊNCIAS

- [1] BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, 2008.
- [2] BRASIL. DNIT. Manual de Pavimentação. Publicação IPR-719.
- [3] CASTRO, Bruno Almeida Cunha, Construção de estradas e vias urbanas. 2010. Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG, 2010.
- [4] MENDES, C. B. A.; NUNES, F. R. Asfalto Borracha – Minimizando os impactos ambientais gerados pelo descarte de pneus inservíveis no meio ambiente. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção - Civil) – Faculdade Brasileira – UNIVIX – Vitória, 2009.
- [5] PEREIRA, Mirian Carvalho. Revestimentos asfálticos: tipos e propriedades. 2014.
- [6] ASFALTO FRIO E QUENTE: entenda a diferença entre eles. Vila Betume, 20 nov. 2020. Blog.
- [7] YOSHIZANE, Prof. Hiroshi Paulo. Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET, Limeira, 2005.

Capítulo 3

Critérios para a instalação de um aterro sanitário no município de Manacapuru

Andryck Mendonça

Mary Jane Moreira

Resumo: O estudo em questão teve como tema Resíduos Sólidos Urbano, visando o tratamento e a diminuição da poluição ambiental, com isso uma pesquisa foi realizada sobre a instalação de um aterro sanitário no município de Manacapuru. O objetivo geral desse trabalho se deu em analisar a implantação de um aterro sanitário por meio de estudo de caso. Para alcançar esse objetivo foi necessário levantar alguns critérios e procedimentos para a instalação de um aterro sanitário utilizando pesquisa documental, normas, leis e etc. Também foi avaliado esses critérios, se estavam em conformidade com todos os aspectos e determinações das normas e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Foi estabelecido os impactos ambientais que a instalação de um aterro sanitário pudesse causar, uma pesquisa por meio de análise de causa e efeito foi realizada. Com tudo isso foi identificado as medidas necessárias para implantação no local e a resolução de todos os obstáculos encontrados nessa instalação, foi esclarecido os benefício que a população local viria a ganhar com a realização desse projeto e mostrar o nível de redução da poluição ambiental. Com esses resultados foi possível comprovar a viabilidade e a necessidade da realização dessa proposta, e com isso abrir novas possibilidades para o desenvolvimento desse município.

Palavras-chave: Manacapuru; Aterro Sanitário; Tratamento de Resíduos; Meio Ambiente.

1. INTRODUÇÃO

O tratamento de resíduos sólidos nunca foi tão importante quanto aos tempos de hoje, e a cada dia que passa sua importância se torna mais impactante relacionada ao ambiente. Com o crescimento populacional os números aumentam cada vez mais, aumenta o consumo e junto com ele o crescimento de resíduos, uma estação de tratamento é a melhor maneira que encontramos para amenizar o prejuízo causado pela população ao meio ambiente.

O município de Manacapuru ainda não desfruta de uma estação de tratamento de resíduos sólidos, então foi realizado uma projeção das causas, efeitos e benefícios que teria uma ETRS.

Atualmente o município dispõe de um lixão a céu aberto que está localizado na estrada que liga Manacapuru a Novo Airão (AM-352) no quilometro 2, essa Lixeira existe há pouco mais de 30 anos nesse município. A implantação de uma estação de tratamento traria diversos benefícios, mais para isso teria que ser feito um estudo de área mais profundo.

Fazer uma análise de critérios para a instalação de um aterro sanitários no município de Manacapuru com o método de estudo de caso. Através de análises técnicas demonstrar a importância da realização de um projeto como esse, sendo assim servir como meio de incentivo as autoridades competentes a colocar em pratica tudo o que vamos abordar. Demonstrar os pontos principais e fundamentais para no mínimo ter um início de uma solução de problema.

De acordo com a PNRS que traz a definição de resíduos e fala também sobre o conceito de Disposição, assim como a **NBR 10004/2004** que trata da classificação dos resíduos sólidos. Com isso será abordado o quantitativo de resíduos gerados, o procedimento de coleta executado no município e o tratamento atual realizado com esses resíduos. Esclarecer os pontos sobre a estação de tratamento de resíduos sólidos, como funciona e quais os processos de tratamento e triagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TRATAMENTOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO

Existem alguns meios e métodos para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, as tecnologias para tratamento de resíduos mais utilizados são: o tratamento mecânico, bioquímico e térmico. Dentre eles a reciclagem, compostagem e incineração.

De acordo com a incineração, onde é mais usualmente empregada no tratamento dos resíduos sólidos industriais. A CETESB (1992) tem a opção de incineração como a melhor forma para a disposição final dos resíduos bruscamente tóxicos, e muitos inflamáveis como solventes e óleos, defensivos agrícolas, halogenados e várias drogas farmacêuticas.

Os rigorosos procedimentos operacionais utilizado na incineração dos resíduos e cerca de 25% do lixo tornam-se cinzas remanescentes da combustão, deve então dispô-las em separação nos aterros, a taxa de combustão do resíduo urbano pode variar de acordo com a eficiência do equipamento e dos tipos de material a ser incinerados.

A compostagem do processo de bio-estabilização da matéria orgânica, é significativa e se mostra importante de acordo com a simplicidade operacional, o grande conhecimento da produção do composto condicionador orgânico do solo. “Essa pratica tem a necessidade de fundamentar a divisão da fração orgânica putrescível, o resto de alimentos arvore podadas e material de roçagem dos constituintes do lixo urbano tanto nas casas comercia ou em locais denominados “ Unidades de Triagem e Compostagem”.

Já a reciclagem que prever todo o reaproveitamento da grande parte de resíduos sólidos gerada na produção e do consumo de mercadoria, seja pela falta de tecnologia viável, pelo descaso ou irresponsabilidade das autoridades responsáveis, até mesmo por uma necessidade grande e perpetua mobilização social, essa ideia torna-se impraticável. Portanto a reciclagem não se faz importante o bastante para necessitar de um aterro, e mesmo se fosse não se pode considerar as perdas inerentes do processo de reciclagem. De 5 a 10% do valor dos resíduos processados não se recuperam, segundo a EPA(1999).

Todos tem seus pontos positivos e negativos, assim como a opção sugerida por esse trabalho, o aterro hoje em dia é a melhor e mais eficaz forma de tratar os resíduos sólidos urbanos.

2.2. INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO

A fase primaria para um projeto de um aterro sanitário é fazer a seleção de área ou a seleção do local onde será realizado a implantação do aterro, uma das tarefas mais difíceis devido a necessidade de seguir algumas leis e normas, o local deve constar nos parâmetros ideais e corresponder todos os pré-requisitos básicos, isso inclui responder a parâmetros técnicos, econômicos, ambientais e sócias, além disso local deve ser suficientemente grande para suportar no mínimo 10 anos de atividade, isso significa a garantia de um trabalho de qualidade e de um bom desempenho na operação. Segundo a NBR 13896 (ABNT, 1997).

Uma das primeiras coisas que deve ser feito é o licenciamento ambiental, uma das questões administrativa e primordiais antes de qualquer atividade ambiental, onde o órgão responsável licencia a instalação, ampliação, localização e operação de algum empreendimento ou atividades de pessoas físicas e jurídicas de direito público ou privado que façam uso de recursos ambientais que sejam consideradas poluidoras ainda que possam causar degradação ambiental considerando as disposições gerais, regulamentais e normas técnicas aplicáveis ao caso. Existem três tipos de licença, Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO), nessa situação antes de qualquer atividade de operação deve ser retirada a LP, ela vai lhe dar permissão para iniciar qualquer tipo de pesquisa ambiental necessária para que possa ser realizada a construção de um aterro sanitário.

No que se refere a projetos de aterros é recomendado adotar a NBR 13896 (ABNT, 1997), que cita os critérios sobre projetos de aterros considerados não perigosos, e a NBR 8419 (ABNT, 1992) que menciona quais as condições mínimas exigidas para a apresentação de projetos relacionados a aterro sanitário e RSU (resíduos sólidos urbanos). Demonstrar, debater e pôr em pratica os sistemas que constam em projetos de aterro. Discutir como o sistema colabora para diminuir os impactos negativos adquiridos com a existência de um aterro, um projeto como esse tem o objetivo minimizar os riscos a saúde pública, a sociedade e ao ambiente em caso de falhas na construção ou operação, assegurando o atendimento aos padrões de projeto. O projeto licenciado, todos os

parâmetros ajustados e o local definido, chega o momento de colocar em pratica a fase de construção e instalação da estrutura,

A limpeza do terreno e pavimentação de início são as primeiras atividades a serem realizadas, e uma das mais importantes já que a construção da camada de base de um aterro é a parte mais importante e sensível da obra. Pois essa camada deve ser compactada e bem executada com o maior nível de precisão, se bem executada ela é a responsável por impedir a contaminação do lençol freático. Além disso dependendo da grandeza do aterro é praticamente impossível realizar manutenção nessa camada se houver algum tipo de ruptura. É colocada uma manta de polietileno na base do aterro para evitar o vazamento de chorume pra dentro do solo, calhas de concreto que ultrapassam as camadas são postas para fazer a coleta e direcionamento desse liquido para a estação de tratamento, depois de tratado acontece a queima do biogás. O biogás é o resultado da decomposição biológica dos resíduos e tem na sua composição CO₂ e CH₄, o metano, que é inflamável.

Já na fase operacional, depois da instalação do aterro inicia a o recebimento dos resíduos. Com isso vale lembrar que é necessário ter a LO citada no licenciamento ambiental, a execução direta do aterro sanitário inclui a pesagem a compactação e o controle dos resíduos. Uma espécie de isolamento é necessária pra um melhor funcionamento e evitar a aproximação de animais e catadores, deve conter um escritório ou adm, refeitório, vestiários, sanitários, galpões para veículos, acesso interno e uma boa iluminação.

O trator deve operar de baixo para cima e realizar de três a cinco passadas sobre a camada de resíduos, assim irá conseguir uma boa compactação. Isso deve ocorrer na inclinação designada no item anterior fazendo com que o peso seja concentrado na parte traseira das esteiras e assim reduzindo o volume dos resíduos na hora de compactar. Cada camada deve ser bastante espessas (30cm a 50cm) com uma altura de célula de 2 a 3 metros.

Existe um plano de inspeção e isolamento que tem como objetivo identificar e corrigir os problemas de ordem funcional ou acidental caso venha a acontecer. Para que seja evitado deverão ser feitas inspeções periódicas e sistemáticas, os pontos a serem avaliados são: sistema de isolamento, sistema viário, pátio de acesso e passagem, área de operação com sistema de tratamento lixiviados e sistema de monitoramento.

2.3. A GERAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE MANACAPURU(HOJE)

Em maio de 2017 em manacapuru foi implantado um sistema para o tratamento dos residuos solidos gerados no muicipio, de acordo com a lei federal 12.305/2010, por meio da portaria 027 de 02 de maio de 2017, a criação de uma equioe tecnica encarregada de desenvolver um planejamento pertinente referente ao Saneamento Basico, com foco em residus solidos, o objetivo é a competencia na prestação dos serviços, assim como os impactos sanitarios, ambientais e sociais, utilizando a reciclagem, estrutura de coleta seletiva e gestão racional dos residuos solidos.

Nesse processo foi realizada a identificação das características dos resíduos sólidos em Manacapuru, como por exemplo: todos os tipos produzidos por atividades econômicas, os que são produzidos pelas indústrias de transportes, serviços de saúde, construção civil, resíduos e especiais (considerado perigoso), todos com disposição final na lixeira a céu aberto onde será desenvolvida nos itens a seguir no decorrer do trabalho. Uma estimativa de coleta regular que envolve os resíduos comerciais e de limpeza urbana foi quantificada em torno de 2.564 toneladas de resíduos domiciliares mensais, podendo chegar a 3.000 toneladas, isso incluindo os de varrição que são enviados ao lixão.

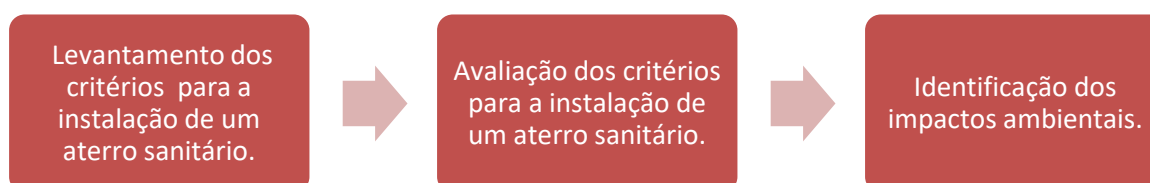
Desde 2018 onde foi implantada o método porta a porta, atendendo uma das necessidades da coleta seletiva, a nomeada coleta combinada onde conta com o trabalho do catador, que se encontra numa situação de vulnerabilidade extrema, faz o acompanhamento direto nas moradias, que são as principais responsáveis pela produção dos resíduos diários, recolhendo uma média de 21.527 kg de recicláveis podendo superar a marca de 22.000 kg e 2.106 unidades de garrafas de vidro. Com isso deverá ser apresentado pelo gestor municipal de Manacapuru o Prefeito Beto D'Ângelo, a implantação da lei municipal que regulará todas as ações realizadas sobre os resíduos sólidos, sejam eles, resíduos urbanos, industriais, hospitalares, da construção civil e agrícolas. Assim Manacapuru poderá estabelecer uma política pública adequada e que esteja ligada a soluções e diretrizes.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esse trabalho teve como caracterização uma pesquisa na forma de estudo de caso de maneira descritiva. Seu objetivo foi fazer a descrição das características de um fenômeno ou situação proposta, estabelecendo correlação entre as variáveis utilizando informações de dados documentados e registros para ter um conhecimento mais preciso da situação investigada. O método da abordagem utilizado foi qualitativa, deve-se entender a explicação de algum fenômeno. De uma maneira geral também foi feita a análise adequada. A natureza da pesquisa teria que ser plicada, com métodos, caminhos e sugestões de diversas atividades em busca de soluções para o problema estudado,

A trabalho contou com três pontos principais onde partirá praticamente todo o desenvolvimento da pesquisa, esses pontos estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma das Etapas da Pesquisa



Fonte: Autoria Própria. (2021).

3.1. ESTUDO DE CASO

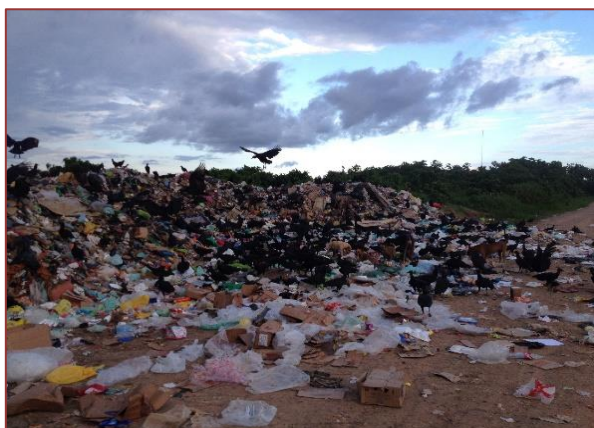
O núcleo dessa pesquisa corresponde ao município de Manacapuru (84 quilômetros de Manaus), um local bastante tranquilo que estar em fase de desenvolvimento geral, esse município foi escolhido devido nele existir uma situação que faz referência direta com o assunto abordado nesse trabalho. Com a falta de tratamento de resíduos neste município foi feita uma pesquisa referente ao que seria possível e o que seria preciso para fazer a implantação de uma ETRS (estação de tratamento de resíduos sólidos). A situação em questão encontrada é a seguinte, um lixão a céu aberto localizado no quilometro 2 da Estrada que liga Manacapuru a Novo Airão (AM-352), existente há mais de 30 anos onde não há tratamento de resíduos sólidos de maneira nenhuma, sua coleta é realizada através de caminhões que despejam toneladas de resíduos de várias partes da cidade por dia no local, algumas famílias residem nas redondezas do lixão e fazem o papel de catadores do lixo de forma avulsa, o que causa várias complicações a saúde. Nas Figuras 2 e 3 estão representadas a atual situação:

FIGURA 2 - Lixão de Manacapuru



Fonte: site: acritica.com (2021).

Figura 3 - Lixão de Manacapuru



Fonte: site: acritica.com (2021).

3.2. LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS PARA A INSTALAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO.

Antes de iniciar a instalação de um aterro sanitário, a prefeitura ou empresa responsável pela realização da obra, deverá solicitar do órgão competente uma Licença Prévia (LP), ela irá conceder a liberdade para o início dos estudos prévios para escolher o melhor local de tal forma que cause menos impactos ao ambiente, e também deverá indicar e descrever o que deve existir neste local para se tornar compatível ao que se exige. Alguns critérios básicos para esse procedimento são que o local escolhido deve ser suficientemente grande para suportar 10 anos de operação, isso seria o mínimo, deve considerar que o mesmo precisa possuir uma declividade entre 1% e 20%.

Referente aos ASPECTOS GEOTÉCNICOS, deve ter um solo minimamente permeável com uma condutividade hidráulica muito pequena, deverá ser feito o estudo do subsolo a fim de verificar a existência de rochas rúpteis (falhas ou fraturas), substratos rochoso, presença de areia ou lama com a finalidade de evitar deslizamentos e definir a altura de resíduos que poderá ser colocar sobre o aterro.

Referente aos ASPECTOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS, os aterros devem permanecer o mais longe possível dos corpos d'água, recomenda-se no mínimo 200 metros, o lençol freático deverá ficar a 3 metros de profundidade, estudar os aquíferos e levantar a captação de água superficial e subterrânea. Levantamento da redes de abastecimento de gás, esgotos, água e instalações elétricas. Ao que diz respeito aos ASPECTOS BIOLÓGICOS, deverá conhecer toda a vegetação local e do seu entorno, verificar a existência de tipos de espécies possíveis próximas ao aterro a fim de evitar extinção para esses animais na região. ASPECTOS LEGAIS E SÓCIAS, deverá ter uma distância de 500 metros do núcleo urbano, inclui aeroportos e hospitais com baixa densidade populacional, verificar valor de terra junto com o vetor de crescimento urbano e aprovação populacional por meio de audiência pública. E por fim o ASPECTO OPERACIONAL, deve-se estudar as melhores vias de acesso com uma distância do núcleo de 10 a 20km, de distância do local de empréstimo da cobertura e a infraestrutura operacional (água, esgoto, rede elétrica e telecomunicações).

3.3. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA A INSTALAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO.

De acordo com as exigências e critérios básicos para a instalação de uma estação de tratamento de resíduos sólidos no município de Manacapuru, teria que ser feito um planejamento geral, pois o local atual onde está localizado o suposto lixão não poderia servir como base para esse projeto, pois não cumpre com alguns dos aspectos citados anteriormente. O local encontra-se perto de vias públicas sem haver a distância requerida, também encontra-se casas onde moradores vivem próximo ao local e seriam prejudicado com a realização dessa obra, prefeitura, órgão ou empresa responsável pelo projeto terá que encontrar outro local que possua todas as exigências. Então começar o processo de transformação do terreno para colocar em atividade o aterro sanitário, serviço de compactação do solo e a modulação do formato ideal para a estação de tratamento. A realização desse projeto iria ajudar e trazer benefícios para o município, o atual local não está 100% capacitado para atender algumas exigências.

3.4. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.

O desenvolvimento de um aterro sanitário tem como proposta principal reduzir a taxa de poluição ambiental, no entanto isso não significa que seja 100% o nível de preservação. Existem algumas causas negativas nesse processo, como a realização inadequada das atividades do aterro ou falhas no processo de desenvolvimento da construção, por esse motivo tudo deve ser cuidadosamente bem elaborado. O nível de compactação do solo deve ser bastante preciso para evitar o escoamento dos líquidos gerados pelos resíduos pois a penetração desses líquidos no solo acabaria prejudicando e contaminando o lençol freático, um dos motivos do estudo do solo antes de escolher o local para ser realizado a construção de um aterro. O desmatamento pode ser um dos pontos negativos da realização desse projeto, a atividade de um aterro também pode prejudicar o solo, o cheiro pode atrair diversos tipos de animais, haveria contaminações de várias doenças, incluindo a poluição visual.

4. RESULTADOS

4.1. LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS PARA A INSTALAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO.

De acordo com as normas **ABNT NBR 8419-92**, **ABNT NBR 10157/1987** e **ABNT NBR 13896/1997** foi feito o levantamento de alguns critérios para a realização da construção de um Aterro Sanitário. Esses critérios foram selecionados e classificados como primordiais ou pré-requisitos básicos, sendo eles: a escolha do local ideal, pois a área da construção de um aterro sanitário deve ser suficientemente grande pra suportar no mínimo 10 anos de operação, a distância de corpos d'água deve ser considerada pelo menos de 200 metros, a distância de núcleos urbanos deve conter no mínimo 500 metros, localização fora do perímetro de Unidades de Conservação, Aeroportos, Hospitais e Escolas, sua declividades deve corresponder de 1% a 20%, sua permeabilidade dos solos deverá ser bem pequena com uma condutividade hidráulica de $5,0 \times 10^{-5}$ cm/s.

Recomenda-se a distância do lençol freático de pelo menos 3 metros e fora do alcance de bacias hidrográficas. Todas os critérios são recomendações, e de acordo com as normais são a base do suficiente.

Segue nas Figuras 4 e 5 alguns dos exemplos de critérios citados:

Figura 4 - Exemplo de um Sistema de Aterro Sanitário em Brasília



Fonte: Site. SLU Serviço de Limpeza Urbana do DF (2021).

Figura 5 - Ilustração do Sistema citado na Figura 4

Fonte: Site. Kl ima Naturali (2021).

4.2. AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA A INSTALAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO.

Referente aos critérios citados no tópico anterior foi feita uma análise da situação atual, tanto estrutural quanto operacional, e um comparativo das exigências básicas que foram solicitadas com as que o município oferece, junto com o local atual onde é feita a coleta e acumulo dos resíduos. Desta forma no que se diz respeito ao distanciamento de corpos d'água o local está apto, pois a distância do mesmo está de acordo com os parâmetros da norma.

O seu perímetro também se encontra fora do alcance de Hospitais, Aeroportos, Unidade de Conservação e Escolas, tendo assim contabilizando mais um critério a favor. Seu terreno argiloso facilita o manuseio de terra fazendo com que possa ser feito a moldura da declividade necessária para o bom desempenho do aterro, em relação a condutividade hidráulica, tratamentos no solo poderá ser feito para corresponder a esse item. O terreno encontrasse próximo de vias urbanas, próximo de residências, área insuficientemente grande para suportar os 10 anos de de operação como foi citado. Ao que se resume, o local atual está irregular e não corresponde completamente aos parâmetros e pré-requisitos que exige a norma.

4.3. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.

Apesar de que o objetivo do Aterro Sanitário é diminuir o impacto ambiental, qualquer obra de grande porte e que tenha como centro de operação o ambiente, de algum forma dependendo da dimensão do projeto, alguns impactos ambientais estão sujeitos a aparecer. Um dos maiores impactos que podem ser causados tem ligação com a poluição do solo e conseqüentemente dependendo do nível dessa poluição pode ter um impacto direto com o lençol freático, isso pode ser causado com a aplicação inadequada da selagem da superfície ou da compactação dos resíduos, causando a penetração de um líquido presente no acumulo dos resíduos chamado chorume que passa a filtrar no solo. Para esse projeto seria necessário dispor de uma grande área para a construção do aterro, se o atual local não for compatível deverá ser proposto um novo terreno, e dependendo da situação o desmatamento seria uma opção.

Após o tratamento de chorume, a queima e dispersão do biogás que é rico em metano(CH₄) feito de maneira incorreta pode causar um grande impacto ao ambiente. Nas Figuras 6 e 7 representam alguns dos impactos citados acima:

Figura 6 - Vazamento de Chorume em Aterro no Rio de Janeiro



Fonte: Publicado em 23/02/2016 - 15:20 Por
Cristina Índio do Brasil – Repórter da Agência Brasil
- Rio de Janeiro.

Figura 7 – Desmatamento para Construção de Aterro Sanitário em Manaus



Fonte: site: Amazonas atual, (2021).

5. CONCLUSÃO

Com todos os procedimentos realizados para a produção desse trabalho, foi possível concluir todas as etapas dessa pesquisa com resultados bastante significativos, tudo o que foi abordado e questionado nos objetivos gerais e específicos puderam ser respondido, foi alcançado a meta de comprovar todos os pontos de interesse. Para a implantação de um aterro sanitário foi comprovado a necessidade de algumas medidas básicas de maneiras legais, sociais, ambientais entre outros onde foram citados, explicados e demonstrados. De acordo com o objetivo geral foi feita toda uma análise precisa para a identificação de qualquer obstáculo que pudesse impedir o desenvolvimento do trabalho, e os que foram encontrados tiveram a proposta de uma solução adequada.

Por fim, pode ser comprovado a Hipótese onde abordava as exigências e os aspectos necessários para a implantação de um aterro sanitário, com isso respondendo aos objetivos específicos, foram feitas análise dos critérios ou pré-requisitos básicos, avaliação detalhada de cada critério, a correspondência de cada um e a identificação de possíveis impactos ambientais na realização do projeto proposto. Por tanto conclui-se que

todas as expectativas foram atendidas, fica registrado como recomendação de novos estudos uma nova abordagem com um foco no tratamento do líquido derivado dos resíduos o (Chorume), sua coleta e tratamento assim como os compostos do biogás, o sistema de queima desse gás e seus agravantes ou compostos.

REFERÊNCIAS

- [1] JORNAL ACRTICA, AM. Lixo e urubus fazem parte do cenário local em Manacapuru am, 30 jan. 2016. Disponível em: <https://www.acritica.com/channels/cotidiao/news/existente-ha-30-anos-lixao-de-manacapuru-gera-preocupacao-e-dor-de-cabeca>. Acesso em: 18 set 2021.
- [2] Julia Azevedo. 11 min de leitura. Aterro sanitário: o que é, impactos e soluções. Copyright 2010/2021. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/aterro-sanitario/> Acesso em: 18 set 2021.
- [3] PNRS - Lei Federal 12.305 de 02 de Agosto de 2010- Artigo 9º - Ordem de prioridade para Resíduos Sólidos
- [4] PNRS - Lei Federal 12.305 de 02 de Agosto de 2010- Artigo 3º - Destinação e Definição de Resíduos SOLIDOS
- [5] LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha. Avaliação da eficiência e aplicabilidade de um sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e de chorume. Belo Horizonte, 2002.
- [6] CASTRO, Marcos André de Oliveira; SILVA, Neliton Marques da; MARCHAND, Guillaume Antoine Emile Louis. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, p. 415-426, 2015.
- [7] DA SILVA, Karine Trajano. Projeto de um aterro sanitário de pequeno porte. 2016.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. Resíduos sólidos – classificação: NBR-10004. Rio de Janeiro: ABNT 63p.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. Amostragem de resíduos sólidos: NBR-10007. Rio de Janeiro: ABNT, 21p.
- [10] RESOLUÇÃO Nº 357 DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. DOU, pág.: 58-63.
- [11] Lange, L.C.; Simões, G.F.; Ferreira C.A.F. 2003. Aterro Sustentável: Um Estudo para a Cidade de Catas Altas, MG. In: RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ATERRO SUSTENTÁVEL PARA MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE. Castilhos Jr., A.B. (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES, RiMA, 2003, 280p.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1985. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: NBR-8419. Rio de Janeiro: ABNT, 9p

Capítulo 4

Causas e tratamentos de infiltração por capilaridade em edificações

Carlos Rogerio Lucio de Oliveira

Resumo: A construção civil ainda enfrenta inúmeros problemas voltado às patologias nas edificações. Pode-se dizer, portanto, que a água é a principal causa de degradação dos edifícios e, devido ao seu poder de penetração, pode causar uma série de patologias no edifício, tornando-o cada vez mais vulnerável. Diante desse contexto, este artigo tem como principal objetivo analisar as causas de infiltração por capilaridade nas construções de edificações residenciais. Será realizado um estudo de caso em obras reais identificando os mecanismos de infiltração por capilaridade em materiais usados em edificações, identificando as patologias e as possíveis causas e propondo medidas profiláticas. Como resultado espera-se propor medidas profiláticas e avaliar os benefícios das medidas mitigadoras. Portanto, pode-se concluir que é necessário que os procedimentos sejam executados de forma adequada conforme as recomendações técnicas e dos fabricantes.

Palavras-chave: Infiltração. Capilaridade. Patologias.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das práticas mais antigas da humanidade e existe no cotidiano da humanidade desde o início da civilização. Da sociedade primitiva à moderna sociedade tecnológica, pode-se notar várias técnicas e métodos arquitetônicos que foram mantidos e aprimorados com o desenvolvimento do tempo e da tecnologia.

No entanto, apesar de todo avanço tecnológicos, a construção civil ainda enfrenta muitos problemas voltados a patologias nas edificações e para acompanhar o rápido crescimento da cidade. Os profissionais da atualidade moderna acabar deixando algumas pequenas falhas, quando não fiscalizadas, verificadas e corrigidas, podem se tornar graves patologias como rachaduras, trincas, fissuras, fungos, infiltrações, bolor, mofo e corrosão de armaduras em concreto.

Pode-se dizer, portanto, que a água é a principal causa de degradação dos edifícios e, devido ao seu poder de penetração, pode causar uma série de patologias no edifício, tornando-o cada vez mais vulnerável.

Diante desse contexto, este artigo tem como principal objetivo analisar as causas de infiltração por capilaridade nas construções de edificações residenciais, por meio de estudos de casos de obras reais, estabelecendo as medidas mitigadoras.

Esse estudo é importante pois serve tanto para auxiliar futuros profissionais a solucionar erros já existentes, como para prevenir futuros danos que podem ser causados.

Trataremos, das principais patologias relacionadas à umidade, identificando a natureza dos problemas provocados, o que possibilitará a devida solução preventiva das áreas afetadas pela umidade e posteriormente será realizado um estudo de caso para auxiliar na contextualização da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INFILTRAÇÃO

Infiltração pode ser definida como o caminho da água de fora para dentro, ou na direção oposta, nos estados líquido e gasoso, por tubos capilares por meio de rachaduras ou orifícios no material para penetrar na parede. Existem diversos tipos de penetração que podem afetar a condição física de determinada obra, principalmente nos materiais escolhidos para execução da obra, por exemplo, tinta, aço, etc. (FERREIRA E RODRIGUES, 2019).

Primordialmente a água pode ocasionar penetração de três maneiras diferentes: pelas fissuras, aberturas dos materiais, pelos defeitos desse material, como furos, fissuras ao lado das barras de aço. Os vícios construtivos são considerados os principais vilões dessas infiltrações, que são defeitos derivados do processo de execução da obra ou do projeto, ou ainda podem ser ocasionados de forma natural (desgaste natural, uso, manutenção ineficiente, agressão).

Nas edificações a umidade representa um dos dilemas da construção civil, a dificuldade está na complexidade dos fenômenos relacionados, e a falta de pesquisas na área (SOUZA, 2008).

2.2. DIAGNÓSTICO DE INFILTRAÇÃO

De acordo com Ferreira e Rodrigues (2019), para identificar determinado problema de infiltração é necessário entender o comportamento do caminho, ou seja, o caminho que ela está percorrendo, é certo dizer que a umidade ocasionada nas construções acontece por falhas construtivas, destacam-se as seguintes:

1. Umidade por capilaridade
2. Umidade por percolação.

2.2.1. UMIDADE POR CAPILARIDADE

A capilaridade é um fenômeno no qual a água sobe e está inteiramente dirigida à viscosidade de um líquido por meio da tensão superficial. Na construção civil, a ocorrência dessa condição se deve a interrupção dos materiais utilizados, acarretando uma série de vazios ocupados por líquidos. O processo geralmente ocorre na superfície da estrada em contato com solo (CECHINEL et al., 2011).

Segundo Barroso et al. (2015), determinada capilaridade pode chegar de 0 a 0,60 metros acima do solo. Normalmente, a patologia é causada por manchas e intempéries nas paredes próximas ao solo. A ventilação insuficiente também pode ajudar no acúmulo de parasitas na área.

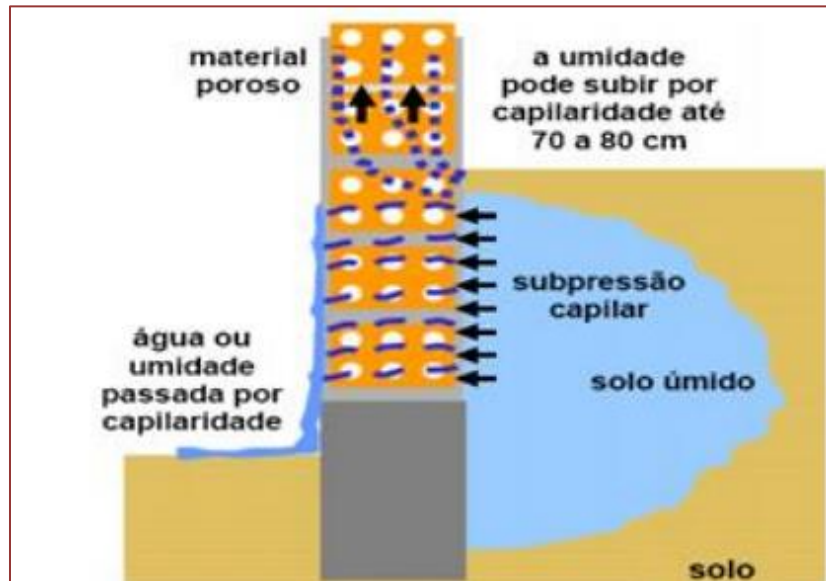
Segundo Eichler (1973), a capilaridade da água na parede pode atingir alturas muito elevadas e é inversamente proporcional ao seu diâmetro de poro, ou seja, quanto menor o diâmetro do capilar, maior a altura que a água pode atingir. Esses capilares são canais de diâmetro muito pequeno que serpenteiam pelo material através de uma rede de conexões. de ar entre os materiais, preenchendo o material com o avanço da água, vencendo a gravidade e alcançando grandes alturas.

Outros fatores que também afetam essa altura, segundo Eichler (1973), são:

- Quantidade de água em contato com a parede;
- Condições de evaporação da água através da parede são analisadas com precisão;
- Espessura da parede;
- Permeabilidade do material.

Segundo Pozzobon (2007), o fenômeno capilar que ocorre através dos poros do material, devido à ação da tensão superficial, sendo a mais característica a presença de aumento da umidade do solo no material, geralmente 70-80 cm, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1. Capilaridade

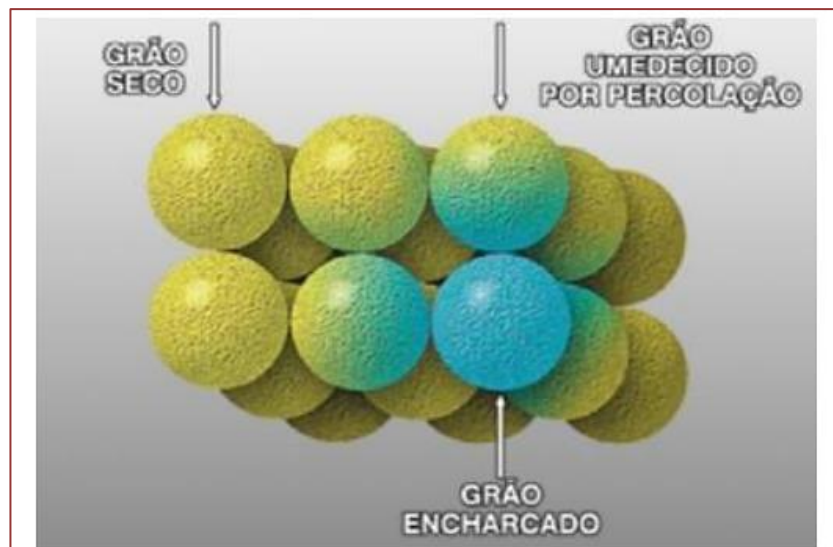


Fonte: POZZOBON, 2007.

2.2.2. UMIDADE POR PERCOLAÇÃO

Percolação é a transferência de água através do corpo de grão a grão (Figura 2). No caso da alvenaria, a água embebe um grão e depois o próximo grão até que atravesse toda a parede. (VICENTE e FREITAS, 2019).

Figura 2. Infiltração por percolação

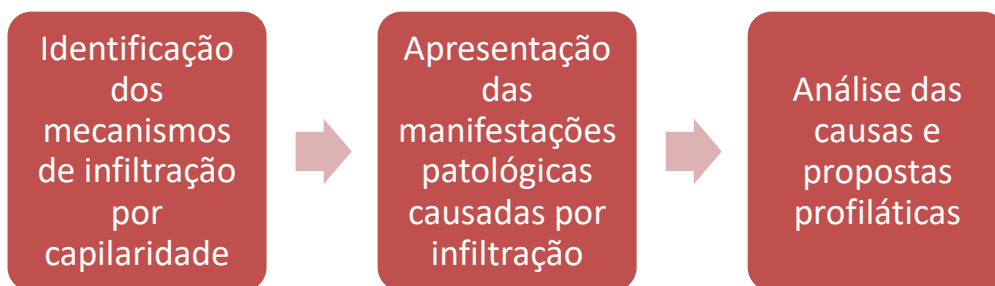


Fonte: VEDACIT (2014, p. 6).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esse trabalho é baseado em três tipos de pesquisas sendo: exploratória, utilizando os levantamentos bibliográficos feitos através de pesquisas em livros, revistas, teses, normas técnicas e dissertações sobre o assunto. Descritiva, onde serão realizadas visitas em obras e observada a presença de patologias causadas por infiltração por capilaridade em edificações, identificando os erros e explicativa, propondo medidas profiláticas, por meio da análise das causas mais comuns, avaliando os benefícios das medidas mitigadoras.

Figura 2. Fluxograma das atividades do estudo



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. IDENTIFICAÇÃO DOS MECANISMOS DE INFILTRAÇÃO POR CAPILARIDADE

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica para identificar os mecanismos de infiltração por capilaridade em materiais usados em edificações, relacionando as possíveis causas presentes na literatura.

3.2. APRESENTAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO

Foi realizado uma visita *in loco* para identificar as patologias presentes no imóvel estudado e depois será realizado sua possível classificação.

3.3. ANÁLISE DAS CAUSAS E PROPOSTAS PROFILÁTICAS

Foi realizado uma análise das causas, a partir da visita e dos estudos bibliográficos e será levantado possíveis propostas para a melhoria

4. RESULTADOS

4.1. APRESENTAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO

Em visita *in loco* na residência unifamiliar foi identificado uma infiltração por capilaridade, ou seja, um tipo de infiltração ascendente do solo, onde a água é absorvida pelo baldrame que não foi devidamente impermeabilizado, onde ocorreu a penetração pelos poros e vazios do concreto da estrutura da casa que subiu pelo rodapés e pela parede numa altura entre 60cm a 70cm, constatado a primeira evidência sendo o aparecimento de pequenas bolhas por baixo da pintura, junto ao rodapé, cheiro de mofo, massa soltando e tinta descascando com facilidade, caso em estado bem avançado comprometendo o reboco, pintura e o emassamento da parede já causando danos estéticos no rodapé, bolores e fungos, até já com uma possível problema a saúde respiratória da pessoa. Portanto esse tipo de patologia é classificado como infiltração por capilaridade, onde as águas provenientes do solo contêm sais dissolvidos que se cristalizam, provocando manchas escuras, degradação da pintura e destacamento dos revestimentos.

Ao decorrer da pesquisa foram feitas (duas) vistorias técnicas na residência localizada no bairro Tarumã, município de Manaus – AM, Residencial Vertentes do Tarumã. A primeira vistoria foi para fazer o reconhecimento do local e identificar as causas conforme os registros fotográficos abaixo. Na segunda foi realizado o levantamento para medir o nível de comprometimento estrutural, além de registros fotográficos.

Figuras 3 e 4, refere-se ao banheiro de uma das residências, onde a principal causa foi a ausência de impermeabilização nos baldrames e nas primeiras fiadas de tijolos, onde a parte externa é totalmente permeável facilitando a penetração da água proveniente da chuva, onde absorveu-se facilmente pela porosidade em que o concreto apresenta.

Figura 3. Infiltração identificada no Rodapé no Banheiro



Fonte: Aatoria Própria (2021).

Figura 4. Infiltração identificada no Rodapé no Banheiro



Fonte: Aatoria Própria (2021).

Ainda na mesma residência, foi verificado novamente os mesmos problemas patológicos referentes à infiltração por capilaridade causado pela absorção excessiva de água nos baldrames onde, vai se ascendente pelas paredes internas da casa, como mostrada nas figuras 5 e 6, no cômodo da sala.

Figura 5. Rodapé da Sala com saponificação



Fonte: Autoria Própria (2021).

Figura 6. Rodapé da Sala com saponificação



Fonte: Autoria Própria (2021).

4.2. ANÁLISE DAS CAUSAS E PROPOSTAS PROFILÁTICAS

Como visto nas figuras 3, 4, 5 e 6, foi identificado mofo nas paredes. Esses fungos crescem e se multiplicam em ambientes com pouca ventilação geralmente úmidos. Na alvenaria, o dano causado por fungos aderidos é o escurecimento da superfície e sua decomposição passado muito tempo torna-se difícil a remoção destes parasitas, especialmente quando se espalham na parede. Após a retirada do mofo e bolor nas paredes, deve-se evitar que reapareçam, o que pode ser feito por meio de impermeabilização adequada e ventilação interna, que pode secar a superfície e remover esporos (sementes) (VERÇOZA, 1987).

A saponificação também foi encontrada na parte superior da tinta, fazendo com que a tinta descasque ou se deteriore completamente. Aparece principalmente em tintas feitas à base de PVA, que possuem menor resistência (VICENTE e FREITAS, 2019).

Segundo Henriques (1994), para melhor solucionar as patologias ocasionadas em decorrência da umidade, é necessário a realização da impermeabilização das paredes. É o procedimento mais adequado e eficaz na correção de anomalias existentes. Ele acrescentou ainda que deve ser eliminada a causa da anormalidade, ou seja, o excesso de água na parede durante o processo de construção.

Como remediação, deve-se realizar a impermeabilização deste imóvel, buscando isolar a umidade do piso, das paredes existentes, para isso devem ser retirados todos os acabamentos do estribo da parede, retirar também o reboco. uma grande parte foi rompida, com alguns trechos vazados e lascados em alguns trechos, restando a parede de tijolos para posterior impermeabilização e acabamento final.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas de patologias causados pela umidade nas obras de construção civil são demasiados, o que acarretará diversos danos e elevados custos de cobrança. A compreensão das várias formas de irregularidades provocadas pela umidade permite-nos diagnosticar a causa raiz e escolher as medidas corretas de funcionamento e manutenção, que podem ser evitadas com medidas preventivas.

Portanto, é importante entender as várias irregularidades ocasionadas pela umidade para diagnosticar a causa raiz e escolher as medidas corretas de reparo.

Por fim, através desta pesquisa, identificamos mofo e saponificação na parede, conforme mostrado nas figuras, para isso precisa fazer a impermeabilização nas paredes pois o processo é atualmente eficaz na correção de anomalias existentes.

Portanto, este trabalho é importante porque irá fornecer subsídios para futuros alunos que buscam pesquisas em patologia, assim como usuários finais e construtores, para que valorizem a implantação de sistemas de impermeabilização em edifícios pois é de responsabilidade do usuário confirmar se o trabalho de impermeabilização foi realizado durante a compra ou execução da propriedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARROSO, Gustavo Ferreira et al. Sistemas de impermeabilizações (ênfase em manta asfáltica). Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, v. 5, n. 1, 2015.
- [2] CECHINEL, Bruna Moro et al. Infiltração em alvenaria-Estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis. Caderno de Publicações Acadêmicas, v. 1, n. 1, p. 16, 2011.
- [3] EICHLER, Friedrich. Patología de la construcción. Ed. Blume, 1973.
- [4] FERREIRA, GILMAR CRISPIM DOS SANTOS; RODRIGUES, VINICIUS FRAGA. ANÁLISE DE PATOLOGIAS DECORRENTES DE INFILTRAÇÕES NAS EDIFICAÇÕES. 2019. Disponível em: <<https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/C3%.pdf>>. Acesso em: 10 de nov. 2021.
- [5] HENRIQUES, F. M. A. Humidade em Paredes. ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1994. 3 p.
- [6] POZZOBON, Cristina Eliza. Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II. 2007.
- [7] SOUZA, M.F. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. 2008. 64f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- [8] VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.172p.
- [9] VICENTE, G.; FREITAS, T. Análise das técnicas de impermeabilização aplicadas em edificações – estudo de caso de uma edificação residencial no município de João Monlevade. 2017. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3120/1/AN%c3%81LISE%20DAS%20T%c3%89CNICAS%.pdf>>. Acesso em: 10 de nov. 2021.

Capítulo 5

Requisitos e procedimentos de execução de pisos e calçadas com agregados reciclados

Erutio Victor Oliveira Ribeiro

Resumo: O agregado reciclado dispõe por sua finalidade tornar o concreto um material com menor carga de poluentes associada à sua produção, a sua utilização é aceitável de diversas formas e tem grande influência quanto a sua efetividade econômica e ambiental. O RCD pode ser empregue na execução de pisos como base sem função estrutural, já em calçadas é eficaz de ser empregado como revestimento primário. Analisar os critérios de especificação de agregados reciclados para o uso em calçadas e pisos, por meio de análise documental e bibliográfica, estabelecendo procedimentos de especificação e projeto. Deste modo analisando os critérios a serem avaliados para aplicação, desempenhará o tratamento específico tendo a destinação nas realizações da construção. Foi elaborado um fluxograma de instrução de trabalho demonstrando a sequência das ações, especificando os parâmetros de aceitação de serviços. O manual desenvolvido para procedimentos de execução de calçadas e pisos em concreto com agregado reciclado, por meio de ilustrações e gráficos, estabeleceu os procedimentos de especificação e projeto. Foi apresentada a praticabilidade de aplicação técnica, visando uma maior assimilação preferencialmente ao assunto. Contudo, a consequência deste trabalho conduz o setor na evolução de especificações técnicas relacionadas a NBR 15116 (ABNT 2004) nas contribuições em caráter prático para consolidar o reprocessamento de RCD do país.

Palavras chave: Agregado Reciclado, Resíduo de Construção e Demolição (RCD), Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

A conservação de solos é uma técnica usada em pavimentação com a finalidade de tornar solos e restantes materiais aceitáveis para determinado uso. A estabilização granulométrica consiste na combinação entre materiais de diferentes dimensões, onde materiais grossos, finos e solos são misturados em quantidades adequadas e incluindo agregados recuperados de concreto fresco, o ramo da engenharia civil extingue durante o seu processo uma grande quantidade de material, gerando assim os resíduos.

Em determinada proporção sobre especificação normativa para estabelecidas operações no ramo da construção civil, trazendo benefícios de reaproveito dos resíduos usados, assim, os rejeitos de edificações de baixo e grande porte acarreta certa quantidade de entulhos para reaproveitamento do mesmo, obtendo economicamente, um consumo mais viável para estruturas não estrutural, na criação de pisos, calçadas, dentre outros.

Analisar os critérios de especificação dos agregados reciclados para execução em calçadas e pisos, por meio de análise documental e bibliográfica, estabelecendo procedimentos de especificação e projeto.

O rendimento de agregados reciclados em canteiros de obras está se tornando mais estável. Existem muitas razões, nas áreas que merecem mais destaque, além de evitar a retirada de recursos naturais e sustentáveis, diminuem o impacto das edificações no meio ambiente, e depósitos de areia.

Portanto, este artigo revela o método do uso de materiais e tenta ilustrar como o RCD o tornar-se um símbolo do desenvolvimento sustentável, estabelecendo de forma prática e clara promovendo a facilitação do uso dos resíduos em maior proporção em pisos e calçadas e muitas das vezes em obras de fácil execução e de alto construção, assim contribuindo no ciclo de vida dos agregados reciclados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. AGREGADO RECICLADO.

O proveito do RCD (Resíduos da Construção e Demolição) como nascente de agregados reciclados demonstra-se mais viável em algumas cidades do Brasil, assim mesmo, com a resolução CONAMA nº 307/2002 que retrata o gerenciamento sobre os resíduos produzidos provenientes das construções civis, está abordando um sistema de gerenciamento que trata a redução, a reciclagem ou a reutilização, incluindo critérios as práticas, os procedimentos e os recursos para desenvolver e efetivar as ações necessárias ao desempenho das etapas previstas em sessões e planos, de maneira abrangente, consiste no reprocessamento dos materiais restantes de todo o processo da construção civil, juntamente aos agregados de origem natural da solicitação de empenhos na obra.

Agregado é definido como material granular, a diferença de desempenho dos agregados RCD em comparação com os agregados naturais na fabricação de concreto é pouco conhecida. Portanto, entender a constituição dos RCD é importante para julgar a real necessidade de sua separação, para que as propriedades do concreto final sejam mais previsíveis. (SALLES,2021).

Segundo Salles (2021), o melhor momento e local para a separação do RCD é a partir da origem do resíduo durante o seu dimensionamento, pois, se for misturado, é muito difícil fazer uma separação completa dos diversos componentes, muitos aspectos produzidos pode influenciar como ele se comporta.

Em linguagem mais técnica, Resíduos de Construção e Demolição (RCD) ou Resíduos de Construção Civil (RCC) são todos os resíduos produzidos durante a construção, reparação, escavação ou demolição. (ABRECON, 2014).

O agregado reciclado tem funcionalidade abrangente, trazendo o melhor reaproveitamento, para não vim causar impactos de poluição futuramente, trazendo benefícios de reaproveitamento futuros.

2.2. AGREGADO DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD).

O que seria o RCD, o RCD nada mais é que resíduos de construção e demolição, o mesmo é oriundo de reformas, escavação ou demolição. No Brasil, o resíduo é conhecido como resíduo, calcário ou estilhaço, resíduo é um conjunto de partes ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc. e/ou demolição de prédios, residências e pontes. Os detritos de construção, portanto, incluem sucatas e pedaços de material, durante o tempo em que a demolição é formada apenas por seções, tendo assim uma maior capacidade de equilíbrio, em relação aos resíduos de construção. O processo de reciclagem de resíduos, para obtenção de agregados, envolve basicamente a seleção de materiais recicláveis dos resíduos e sua separação em materiais adequados (ABRECON,2014).

Existem resíduos predominantes nos entulhos, que podem ser reciclados para a produção de agregados, se enquadram em três grupos, como mostra a Figura 1:

Figura 1- Classificação dos Resíduos



Fonte: Adaptada de ABRECON (2014).

Já na questão de impactos causados pelos os resíduos, e ele é um dos maiores criminosos da área urbana. O lixo coletado é fonte de doenças como dengue, febre amarela

e insetos podres e ratos, que são despejados indiscriminadamente em rios, córregos e represas, elevando seu leito (assoreamento) o que leva a alagamentos e perigos de desabamento de casas próximas ao rio. (ABRECON, 2014).

Desse modo, a relação entre a reutilização e descarte de maneira correta traz beneficiamento para o mercado e gera economia. De acordo com ABRECON (2014) os subprodutos da reciclagem de RCD é outro item que merece atenção. Blocos de concreto para vedação, cascalho para pavimentação de ruas, contra piso e material para esgotamentos, contenção de encostas, banco e mesas para praças, guia e tampas para bueiros, tubo para esgotamento e uma série de pontos fabricados com concreto e pedra virgens, são também alcançados com agregado reciclado. Se verificarmos os produtos, feito com brita nova e o com reciclado, temos os produtos reciclados mais acessível, ser sustentável significa que, no método como um todo, não se utiliza em alguma hipótese, recursos naturais, como pedreiras, cascalhos, terra ou material semelhante. A reciclagem além de auxiliar com a limpeza da cidade poupa os rios, represas, terrenos baldios, o esgotamento sanitário, reduz o impacto nos aterros sanitários e lixões e até suaviza alagamentos e enchentes, uma vez que, não vai parar em bueiros e não impermeia o solo.

Entende-se como o RCD qualquer resíduo oriundo da construção civil, demolições e reformas, não incluem resíduos de vegetação e solos argilosos.

2.3. EXECUÇÃO DE CALÇADAS E PISOS DE CONCRETOS.

Uso de aditivos de concreto reciclado na produção de concreto novo ajudará a conservar os recursos naturais e reduzir a porção de resíduos que vão para aterros.

Assim, adequação e padronização do uso de agregados reciclados à (NBR 15116) que estabelece diretrizes para o reaproveitamento e reciclagem de resíduos sólidos de obras públicas na preparação de concreto passível de beneficiamento para uso em pavimento.

O tamanho do pavimento com agregados recicláveis segue as mesmas premissas de tamanho dos pavimentos tradicionais, levando em consideração os materiais utilizados e os controles em execução. O uso de agregados recicláveis requer investigação prévia para determinar as características dos vários materiais constituintes para garantir o tamanho correto e bom controle no processo de implementação.

A construção civil apresenta grande receptividade para absorção dos resíduos sólidos, entretanto, a reciclagem de RCD pode ser utilizada para diversas finalidades, tais como: base e subcamadas de pavimentos, aderência de rodovias, produção e consolidação de argamassas, produção de concreto, pré-produção (blocos, fios centrais, entre outros), camadas, drenastes, etc (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Segundo (PROJETO UNESP TRANSFORMS RUBBLE IN RECYCLED CONCRETE, 2016) o resíduo, após a britagem, pode ser utilizado como base para pavimentação asfáltica, bancos, lixeiras, pontos de ônibus, floreiras, guias, calhas, varas e tubos. "Eles também podem ser usados para produzir tijolos e blocos para paredes, estradas e cabos." "Também é possível triturar pneus velhos, embutidos em concreto e argamassa, em vez de pedras e areia", acrescenta.

A construção de calçadas e pisos tem o objetivo e implementar o reaproveitamento do material descartado, trazendo benefício de utilização durável e econômico em ambas as partes.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa será realizada para análise bibliográfica e documental para elaboração de um manual para execuções futuras, realizando procedimentos e requisitos de verificação, subdivide em etapas como mostra a figura 2:

Figura 2 – Fluxograma das Etapas de Pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2021).

3.1. COLETA DE DADOS

Realizado levantamento dos critérios de especificação de agregados reciclados para o uso em calçadas e pisos, por meio de consulta a normas e artigos científicos, relacionando as propriedades, dos agregados reciclados, a serem avaliadas para aplicação. Desempenhará o tratamento específico dos agregado reciclado, destinado para efetuação da construção.

3.2. ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

Foi descrito os procedimentos na execução para calçadas e pisos. Será feito um fluxograma e instrução de trabalho demonstrando a sequência das ações, especificando os parâmetros para aceitação de serviços.

3.3. ELABORAÇÃO DE MANUAL

Elaborado um manual de procedimento de execução de calçada e pisos em concreto com agregado reciclado, estabelecendo procedimentos de especificação e projeto por meio de ilustrações sobre a composição das camadas do piso e gráficos que demonstrem as propriedades mecânicas do material.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RESULTADO DA ETAPA 1

Os agregados reciclados de construções civis, tem os procedimentos e requisitos de aceitação obtendo técnicas de utilização, fazendo levantamentos de especificações. Assim, como em obras rodoviárias: na camada de reforço da base, fundação e base de pavimentação ou revestimento inicial de estradas não pavimentadas; preparação de concreto sem função estrutural.

O agregado reciclado tem suas classificações de reaproveitamento que são designadas em classes de A, B, C e D que formam os agregados para a sua finalidade, na

Resíduos classe A provenientes de construção, demolição, manutenção e reparação de pavimentação e outras obras de infraestruturas, incluindo terraplanagem; construção, demolição, reparação e armazenamento de resíduos: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, ripas, etc.), argamassa e betão; resíduos da manutenção e/ou demolição da sequência de componentes de concreto (blocos, tubulações, túneis, etc.) produzidos nos canteiros de obras. Na classe B estão aqueles que produzem resíduos que podem ser reaproveitados para outros fins, como: plásticos, papel, papelão, metais, vidro, madeira, etc. A categoria C são resíduos para os quais tecnologias ou aplicações economicamente viáveis não são projetadas para permitir a reciclagem ou recuperação, como produtos feitos de gesso. Também na Classe D estão os resíduos perigosos do processo de construção (tintas, solventes, óleos, etc.)

Para concreto fora da construção, o agregado reciclado classe A pode ser usado, parcial ou totalmente, em vez do agregado convencional.

O resíduo de classe A será beneficiário para a obtenção de agregados tipo ARC e/ou tipo ARM deve desempenhar aos requisitos da Tabela 1.

Tabela 1 — Requisitos para agregado reciclado destinado ao preparo de concreto sem função estrutural

Propriedades		Agregado reciclada classe A			
		ARC		ARM	
		Graúdo	Miúdo	Graúdo	Miúdo
Teor de fragmentos à base de cimento e rochas (%)		≥ 90	-	≤ 90	-
Absorção de água (%)		≤ 7	≤ 12	≤ 12	≤ 17
Contaminantes- Teores máximos em relação à massa do agregado reciclado (%)	Cloretos	1			
	Sulfatos	1			
	Materiais não minerais	2			
	Torrões de argila	2			
	Teor total máximo de contaminantes	3			
Teor de material passante na malha 75 μm (%)		≤ 10	≤ 15%	≤ 10%	≤ 20%
1) Para os efeitos desta norma, são exemplos de materiais não minerais: madeira, plástico, betume, materiais carbonizado, vidros e vidrados cerâmicos.					

Fonte: Adaptada de ABNT NBR 15116 (2004).

Os materiais foram selecionados para passar por um processo de reciclagem e peneiramento testados para produzir resíduos separados para reaproveitamento. A formação granulométrica do agregado extremo utilizado para o concreto sem função estrutural deve atender à ABNT NBR 7211. A compostura do tamanho de partícula dos agregados reciclados pode ser modificada pela adição de agregados convencionais.

A coleta do material de teste deve ocorrer em uns muitos agregados reciclados entre muitos pontos diferente e deve ser evitado na superfície da pilha. O material separado deve ser adequadamente embalado em um envelope ou recipiente para evitá-lo Contaminação.

Precisam ser realizados as análises de caracterização do agregado reciclado, desse modo, seguintes ensaios devem ser cumpridos quando determinados em normas específicas a cada aplicação.

A distribuição granulométrica determinada de acordo com a ABNT NBR NM 248 deve atender ao limite Listado na Tabela 2. A distribuição granulométrica é diferente da área estabelecida na Tabela 2, a dosagem comprova sua aplicabilidade.

Tabela 2 — Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISSO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

NOTAS
1 O modulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.
2 O modulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.
3 O modulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Fonte: Adaptada de ABNT NBR 7211 (2005).

Com isso seguindo os parâmetros do processo de distribuições dos agregados tem um controle maior para diferentes zonas de aproveitamentos.

Portanto, as usinas de reciclagem surgiram junto com a construção civil oferecer alternativas econômicas, sociais e ambientais para a construção reduzir o desperdício e reduzir gastos com materiais primários, além de elimine a quantidade de resíduos e reduzir o impacto ambiental causado por estes detritos.

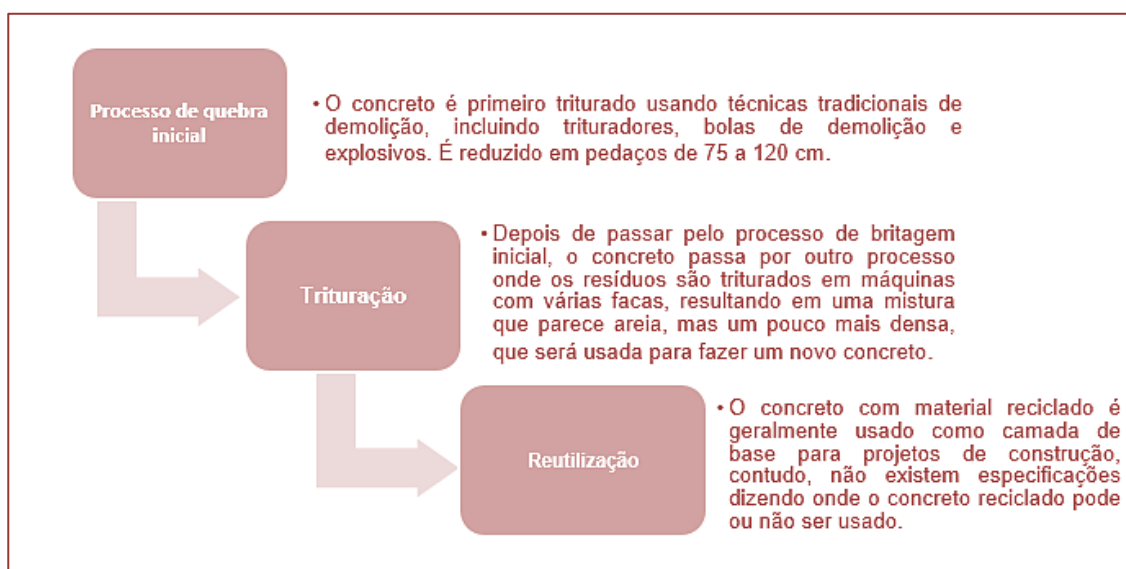
4.2. RESULTADO DA ETAPA 2

Na execução de calçadas e pisos constituinte para reaproveitamento de matérias providos das construções civis obtendo reaproveitamento de materiais, com isso, Sempre que fazemos construção ou reforma, na maioria das vezes acaba com esses escombros

com os quais muitas vezes não sabemos o que fazer. A finalidade que podemos dar aos restos de construção ou renovação, dependendo do material, pode ser mais ampla do que imaginamos. Materiais como o concreto aos nossos olhos não podem ser reciclados, mas ao contrário do que imaginamos, já existe uma solução que torna esses resíduos reaproveitáveis para novos fins.

Com isso obtém a realização do fluxograma de demonstração de realização de concreto de é utilizado em calçadas e pisos.

Figura 3 - Fluxograma de Procedimentos de Execução de Concreto Reciclado



Fonte: Autoria Própria (2021).

Os serviços de calçamento devem ser precedidos de limpeza do terreno no qual será executada a calçada nas dimensões indicadas em projeto. A superfície de fundação do calçamento deve ser devidamente regularizada, de acordo com a seção transversal do projeto, apresentando-se lisa e isenta de partículas soltas ou sulcadas e ainda, não deve apresentar solos que contenham substâncias orgânicas, e sem quaisquer problemas de infiltrações d'água ou umidade excessiva, para a execução do calçamento a superfície deve estar bem compactada.

A regularização de base para calçamento é feita de cimento e areia grossa sem peneirar com traço 1:3 e espessura de 3,0 cm através de preparo mecânico, o lastro dos calçamentos é constituído por pedra britada com espessura de 3 cm.

Existe uma preocupação na construção civil, cada vez maior, com a preservação do meio ambiente, a utilização de processos e produtos sustentáveis, bem como com o descarte apropriado de materiais de obras, especialmente do concreto, que pode gerar grande impacto ambiental se indevidamente dispensado. Em média, 2% a 3% da produção é descartada como resíduo, enquanto a sobra é qualquer volume residual não descarregado na obra e devolvido a ursina.

4.3. RESULTADO DA ETAPA 3

Para garantir uma regularização resistente e durável de pisos e calçadas, é necessário tomar alguns cuidados durante a execução, antes do serviço de pavimentação, o terreno a ser pavimentado deve ser limpo. A superfície de fundação do pavimento deve estar devidamente nivelada, de acordo com a seção transversal, a seção transversal do item é lisa, sem partículas soltas ou rugosas, e não deve apresentar solo contendo substância orgânica, e sem quaisquer problemas de infiltrações d'água ou umidade excessiva. A superfície a ser pavimentada deve estar totalmente compactada.

4.3.1. EXECUÇÃO DE CALÇADA

Neste item será descrito o procedimento executivo de execução de calçadas com concreto de agregado reciclado, ele está dividido em objetivo do serviço, materiais e equipamentos, procedimentos de execução e controle tecnológico.

Objetivo do serviço

É a execução de calçada com a espessura de 10 cm, com concreto de no mínimo com o FCK de 15 mpa com agregado reciclado da origem do concreto reutilizado.

Materiais e equipamentos

Os materiais utilizados são: cimento de agregado reciclado, areia media, brita, água e ripas.

Lembre-se que o cimento de agregado reciclado tem que obter no mínimo uma resistência de FCK de 15 mpa.

É recomendável, para a confecção do concreto, o emprego do traço (em volume) 1:2:3

Seus equipamentos utilizados são: enxada, pá, carrinho de mão, colher de pedreiro, desempenadeira de PVC corrugada, desempenadeira de PVC lisa, régua de alumínio e soquete.

Procedimentos de execução

Passo 1 - A calçada deve ter caimento para a rua e não acumule água parada sobre ela, portanto para que isso não aconteça, estique uma linha em linha reta de ponta a ponta para saber o quanto deve rebaixar do terreno e que total de massa vai ser usado;

Passo 2 - Coloque uma régua próximo com a linha e coloque um nível de mão sobre ela para ver se está havendo caimento para a rua. A outra ponta da régua sobre o meio-fio. Faça isso nas duas pontas da calçada;

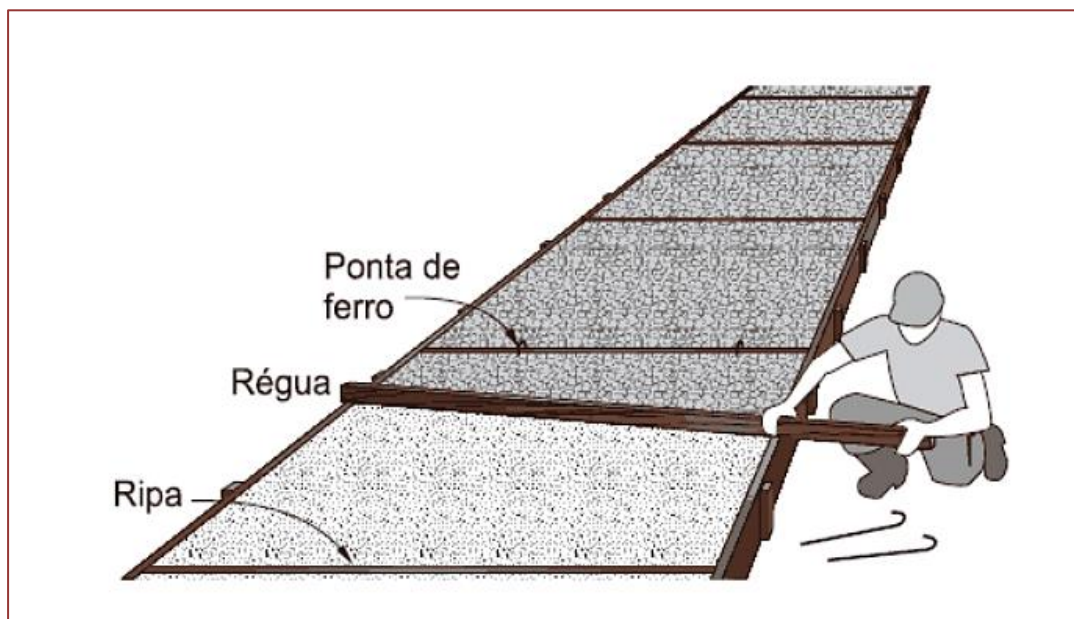
Se na sua calçada ainda não tem meio-fio, pode fixar ripas de madeira para dar sustentação a massa.

Passo 3 - Preparação do concreto para lançamento da calçada, antes do preparo deverá ser feito a saturação do concreto reciclado para execução do pavimento.

Passo 4 - Descarga, espalhamento e nivelamento da base de concreto (sarrafeamento)

Passo 5- Desempeno é o nivelamento do concreto lançado e finalizado.

Figura 4 – Construção e acabamento de calçada



Fonte: Como fazer Calçada de Cimento Faz Fácil (2017).

Controle tecnológico

O objetivo é garantir o desempenho da estrutura e evitar patologias que possam comprometer sua vida útil. Envolve a realização de vários testes para verificar a qualidade dos materiais que fazem parte dos componentes de concreto.

4.3.2. EXECUÇÃO DE PISO

Neste outro item irá descrever o procedimento de execução de piso de agregado reciclado, será dividido em objetivo do serviço, materiais e equipamentos, procedimentos de execução e controle tecnológico.

Objetivo do serviço

É a execução de piso com no mínimo o FCK 20 mpa, existem outros fatores que podem determinar as propriedades do concreto, como o traço, que é definido pela proporção na dosagem dos materiais utilizados em sua composição, como areia, água, cimento e agregados, influenciando diretamente na sua densidade e resistência.

Materiais e equipamentos

O material utilizado para realizar o piso são: cimento, brita (utilizada como lastro), água, manta de polietileno (popularmente chamada de lona preta), espaçadores plásticos, armaduras (tela de aço soldada), espaçadores metálicos treliçados; barras de transferência; barras de ligação; poliestireno expandido (EPS) introduzido nas juntas das placas de piso com paredes e pilares; agentes de cura ou de proteção para cura, endurecedores e selantes para juntas.

A realização do preparo da resistência do concreto tem que ter no mínimo o FCK de 20 a 25 mpa.

E que o agregado de concreto, cuja o concreto não poderá ter a resistência inferior que 20 a 25 mpa, tem que ser igual ou superior que 20 a 25 mpa, e ter a saturação do concreto antes da mistura.

Os equipamentos utilizados são: carrinho de mão; pá; colher de pedreiro; desempenadeira de PVC corrugada; desempenadeira de PVC lisa; régua de alumínio; enxada; soquete; Cortadora Manual à Gasolina para Piso e Concreto; Betoneira; Motor Vibrador Acionador; Mangote de Imersão Pendular ou Vibrador de Concreto; Alisadora de Concreto; Cortadora de Piso e Asfalto; Politriz para Piso; Lixadeira Industrial para Piso.

Procedimentos de execução

De um modo geral, um projeto de construção inclui as seguintes etapas:

- Terraplenagem e compactação do solo;
- Preparação do sub-leito e da sub-base;
- Colocação das telas metálicas soldadas (armaduras);
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto;
- Nivelamento e acabamento superficial;
- Cura do concreto;
- Execução de juntas de dilatação.

Figura 5 – Execução de piso de Concreto



Fonte: Execução de piso de concreto armado (2021).

Controle tecnológico

Realização de ensaios de Slump; Corpo de prova cilíndrico e prismático; Controle de quantidade de fibra/m³; Controle de ar incorporado.

5. CONCLUSÕES

Agregados reciclados de resíduos de construção mal dispostos, descartados de forma incorreta que podem ser utilizados em pisos e calçadas, pois foi possível observar os efeitos da resistência à compressão. apresentados nos estudos em resposta inclusive pela a norma 15116 (ABNT 2004), os estudos demonstram que os agregados tendem os requisitos de transformar o material descartados em um material novo sendo reaproveitado e tendo os padrões de aceitação cabíveis, e que as medições recicladas podem ser funcionais numa estrutura não funcional, onde a conservação de recursos prevalecem.

Neste estudo teve como objetivo geral analisar os critérios de especificação de agregados reciclados para o uso em calçadas e pisos, por meio de análise documental e bibliográfica, estabelecendo procedimentos de especificação e projeto, que teve os objetivos alcançados com as etapas de procedimentos e verificação dos seus critérios de execução de calçadas e pisos de agregado reciclado obtendo os parâmetros de aceitação satisfatória de reaproveitamento e economicamente viável.

Os levantamos dos critérios de especificação mostraram que o plano de seleção dos agregados mostra eficaz sobre as diretrizes da seleção para ser obtida o reaproveitamento do mesmo sobre as especificações da norma 15115 (ABNT 2004) que relata uso em pavimentação e reparo de concreto fora do trabalho estrutural. Os procedimentos de execução obtiveram os elementos de satisfação sobre os procedimentos para realizá-la a construção de calçadas e pisos de agregado reciclado tendo o seguimento da norma de realização dos ambos com parâmetro de aceitação. A realização do manual teve como estudo os aspectos de execução de pisos e calçadas da quantidade reciclada, para fins de absorção de realizar o remanejamento do agregado convencional para o agregado reciclado visado o reaproveitamento do RCD.

Sugere-se para trabalhos futuros o desenvolvimento de um estudo para verificar se medições recicladas atendem a norma de desempenho do concreto, e efetuar estudo da capacidade de cisalhamento em concreto com agregados reciclados de resistências entre 20 e 60 Mpa, fazer levantamento se as normas de agregados reciclados estão em vigo, e realizar pesquisa sobre os agregados reciclados contaminados como são descartados.

REFERENCIAS

- [1] PROJETO DA UNESP TRANSFORMA ENTULHO EM CONCRETO RECICLADO. São Paulo, 01 set. 2016.
- [2] ALBERTE, Elaine Pinto Varela; HANDRO, Julia Barretto. Estado do conhecimento acerca de especificações técnicas e normativas para agregados reciclados de RCD. Ambiente Construído, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 305-320, set. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212021000300553>.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116: Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland - Requisitos e métodos de ensaios. S.I: Abnt, 2021. 16 p.

- [4] BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Cerâmica*, [S.L.], v. 61, n. 358, p. 178-189, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.
- [5] CORDEIRO, Luciana de Nazaré Pinheiro; MASUERO, Angela Borges; MOLIN, Denise Carpena Coitinho dal; SOUZA, Paulo Sérgio Lima; PAES, Isaura Nazaré Lobato. Avaliação de processos de misturas de concretos com agregados graúdos reciclados. *Ambiente Construído*, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 255-265, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000300174>.
- [6] FIGUEIREDO, Paula Oliveira; HAJJ, Thammiris Mohamad El; MACEDO, Rafael dos Santos; ULSEN, Carina. Influência dos métodos de britagem nas propriedades do agregado reciclado de concreto. *Ambiente Construído*, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 99-111, jun. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000200390>.
- [7] LIMA, Rafael Souza; ALVES, Abel Santos; LIMA, Lívia Ramos. UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, São Paulo, v. 24, n. 11, p. 58-70, nov. 2020.
- [8] SALLES, Pedro Valle; GOMES, Camila Lacerda; POGGIALI, Flávia Spitale Jacques; RODRIGUES, Conrado de Souza. A importância da segregação do agregado reciclado na resistência e na durabilidade do concreto estrutural. *Ambiente Construído*, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 177-196, set. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212021000300545>.
- [9] SANTANA, Thiago da Silva; PEREIRA, Cláudio Henrique de Almeida Feitosa. Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas. *Ambiente Construído*, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 305-318, jul. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300430>.
- [10] SANTOS, Davi Valente; CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. Análise técnica da reciclagem de resíduos de construção em canteiro de obras. *Ambiente Construído*, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 363, jul. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300434>.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (São Paulo). *O que é entulho?* 2014. Disponível em: <https://abrecon.org.br/o-que-e-entulho/>. Acesso em: 01 nov. 2021.
- [12] BRASIL. Resolução CONAMA nº. 307, de 05 de julho de 2002. “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”, *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 2002.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro: Abnt, 2005. 11 p.
- [14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. 6 p.
- [15] PISO, Grupo Spp - As Melhores Soluções Para O Seu. Execução de piso de concreto armado. Disponível em: <https://www.grupospp.com.br/execucao-piso-concreto-armado>. Acesso em: 20 out. 2021.
- [16] FAZFÁCIL. Como Fazer uma Calçada de Cimento. 2017. Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/calçada-de-cimento/>. Acesso em: 25 out. 2021.

Capítulo 6

As propriedades de isolante térmico à base de fungo: Uma revisão sistemática

*Fabiano de Melo Pinheiro
Thatiana Farias Cavalcante*

Resumo: Os biomateriais tendem a diminuir o impacto negativo da construção civil no meio ambiente, pois são classificados como sustentáveis. Biopolímeros sintetizados por fungos vêm sendo estudados por terem propriedades significativas, e que podem ser usados na fabricação de isolantes térmicos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades dos biomateriais à base de fungo que os tornam viáveis para serem usados na produção de isolantes térmicos na construção civil por meio de pesquisa bibliográfica sistemática. Inicialmente foi avaliado as propriedades requeridas para o desempenho de um isolante térmico, em seguida, identificou-se as propriedades de isolantes térmicos à base de fungo por meio de levantamento de dados secundários. Além disso, foi feito um levantamento sobre as características de material sustentável e biodegradável por meio de pesquisa bibliográfica sistemática.

Palavras-chave: Isolantes térmicos. Fungos. Biomateriais. Micélio.

1. INTRODUÇÃO

Os biomateriais são utilizados na construção civil há bastante tempo, como exemplo podemos citar a madeira, entretanto, com a evolução, foi possível observar o desenvolvimento de materiais sintéticos com propriedades aprimoradas, tais materiais podem ser obtidos por misturas sintéticas, contudo, produtos naturais ou biotecnológicos apresentam vantagens significativas e oferecem potencial para uso mais difundido, dessa maneira, há uma busca constante por biomateriais que possam substituir produtos sintéticos visando soluções mais sustentáveis.

Uma das primeiras explorações do uso de fungos como biomateriais foi dirigida pelo cientista japonês Shigeru Yamanaka, que em 1990 pesquisou o micélio para produção de papel e material de construção. Esses filamentos - micélio - são caracterizados como não tóxicos, inertes e seguros. São rapidamente sintetizados pelos microrganismos, que possuem a vantagem de crescer em substratos baratos e condições amenas.

Esses biopolímeros tem um grande potencial como isolante térmico em relação à materiais convencionais usados na construção civil, e pode ser empregado também como isolante acústico. O poliestireno é um material popularmente usado como isolante térmico, entretanto, o monômero do qual é constituído, o estireno, é considerado poluente, tornando o biomaterial à base de micélio de fungo uma solução viável para substituí-lo.

Com isso, o objetivo deste artigo é avaliar as propriedades dos biomateriais à base de fungo que os tornam viáveis para serem usados na produção de isolantes térmicos na construção civil, por meio de pesquisa bibliográfica sistemática.

Diferenciando-se dos materiais convencionais que requerem processos industriais e que afetam o meio ambiente, este material se desenvolve de maneira natural e sustentável, porém, é evidente que se trata de um campo ainda pioneiro, e estudos e padronização de processos de produção ainda se fazem necessários, desta forma, esse trabalho torna-se relevante para direcionar pesquisas futuras voltadas a utilização de biomateriais, uma vez que, há uma síntese de conhecimentos relacionados ao assunto.

No trabalho será abordado ainda sobre as propriedades necessárias para a performance de um isolante térmico e além disso, serão exemplificadas as características de isolantes térmicos à base de fungo, visando sua utilização como forma alternativa para substituição de isolantes térmicos convencionais, por ser caracterizado um material sustentável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. PROPRIEDADES REQUERIDAS PARA O DESEMPENHO DE UM ISOLANTE TÉRMICO

A indústria da construção civil utiliza os isolantes como uma importante ferramenta, pois pode angariar algumas vantagens, como redução do peso das paredes e consequentemente das cargas que ficarão sobre a estrutura, economia energética por conta da redução das necessidades de resfriamento e aquecimento no interior do ambiente e diminuição dos riscos de condensações nas paredes (NAVROSKI; et al, 2010).

Os isolantes térmicos são empregados especificamente como alternativa para equilibrar a temperatura em casas e edifícios, ou seja, para minimizar o fluxo de calor, e

consequentemente a radiação, convecção e condução térmica (JUNIOR; MONTEGUTTI; HAUS, 2016).

Um estudo feito por Navroski, et al, 2010 demonstrou que atualmente o material mais eficiente utilizado para desenvolvimento de isolante térmico é o isopor, por apresentar baixa condutividade térmica, leveza e baixo custo, o que contribui também para que seja o material mais usado pela indústria da construção civil em interiores de paredes.

Cada país possui normas regulamentadoras acerca dos parâmetros estabelecidos para bom desempenho dos materiais, no Brasil, a norma que está em vigor é a NBR 15220 -Desempenho térmico de edificações (GABRIELLI, 2014).

É esperado que o material apresente algumas características, como alto calor específico, boa resistência mecânica e ao fogo, estabilidade física e química, baixa condutividade térmica, baixa massa específica, baixa higroscopicidade, ter baixo custo, ser de fácil aplicação e repelir os ataques de roedores. Porém, atualmente nenhum material apresenta todas essas propriedades requeridas, o que leva à busca por formas melhores de materiais para essa finalidade (CRUZ; FERREIRA; MARINHO, 2009).

2.2. IDENTIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE ISOLANTES TÉRMICOS À BASE DE FUNGO.

O poliestireno expandido é o material mais usado como isolante térmico e acústico por conta das várias vantagens que apresenta, entretanto tem impacto ecológico negativo, principalmente por conta da sua vida útil, ou seja, pode levar milhares de anos para se decompor, os biomateriais à base de fungo surgem como uma alternativa viável para substituição desses tipos de produtos (ROBERTSON; *et al*, 2020).

Esses biopolímeros podem ser produzidos a partir de estruturas sintetizadas por fungos chamadas de micélio, apresentam propriedades importantes, e são caracterizados como material sustentável, porém, para ser empregado na construção civil devem obrigatoriamente obedecer a alguns parâmetros, como ter uma boa capacidade de isolamento térmico e resistência mecânica (RAUT; *et al*, 2021).

Segundo Jones *et al*, 2018 os principais fatores que contribuem para uso desse material como isolante térmico é o baixo impacto ambiental e consequentemente diminuição da pegada de carbono, consumo de energia reduzido, biodegradabilidade e baixo custo.

Essa rede de filamentos (micélio) é formada à medida que o microrganismo cresce em substrato orgânico, constituídas de estruturas menores chamadas de hifas, elas interagem entre si e constituem uma rede de fibras que se unem por um processo de automontagem, como se fosse uma cola natural (JONES; *et al*, 2018).

Há evidências que os biomateriais à base de fungo têm potencial aplicação para produção de isolantes térmicos em relação a materiais convencionais, o que o torna competitivo em relação a materiais presentes no mercado (GIROMETTA; *et al*, 2019).

2.3. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIAL SUSTENTÁVEL.

O termo sustentabilidade ou material sustentável é muito utilizado no cotidiano, principalmente por causa das várias questões levantadas em decorrência das questões

ambientais, porém ainda não há um consenso sobre seu conceito ou definição (FEIL; SCHREIBER, 2015).

Segundo a comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável é definido como aquele que é capaz de suprir as demandas do presente sem angariar impacto negativo sobre as necessidades das gerações futuras (QUEIROZ, 2016).

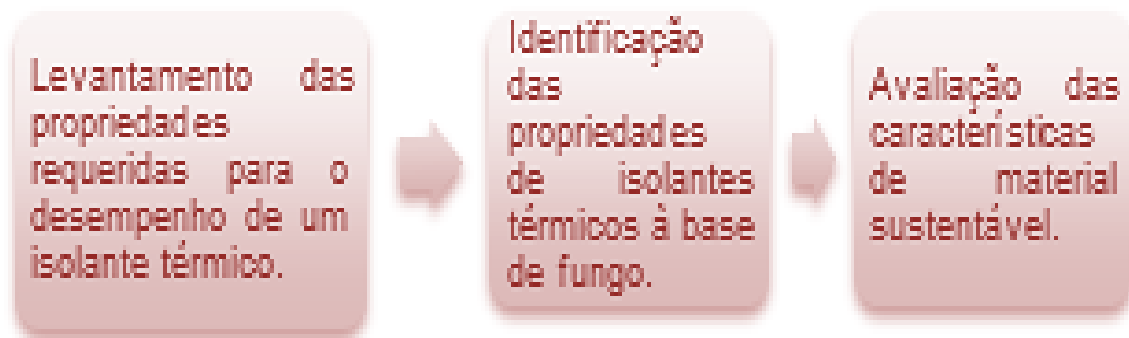
Muitos resíduos são gerados pela indústria da construção civil, uma maneira de minimizar esse impacto no meio ambiente é utilizando materiais provenientes de fontes renováveis, dentre esses materiais podemos citar o bambu a madeira, e neste contexto, materiais oriundos de micélio de fungo, porém, para alguns, é necessário que seu crescimento seja superior a velocidade de utilização (TORGAL; JALALI, 2007). Segundo Oliveira, 2015, um dos principais gargalos da sustentabilidade é o pensamento errôneo de que as fontes de matéria-prima e energia são inesgotáveis.

É visto que cada vez mais a humanidade tem um senso predatório e capitalista diante do biosistema, e isso que pode levar a um cenário de desastre ambiental, diante disso é evidente que o ser humano precisa ter um olhar diferente sobre a natureza, uma vez que é um fator importante para a manutenção da vida e equilíbrio ecológico (CARVALHO, 2019).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Trata-se de uma revisão sistemática descritiva sobre as propriedades de isolantes térmicos à base de fungos, o trabalho foi desenvolvido seguindo etapas específicas, como mostra a figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. LEVANTAMENTO DAS PROPRIEDADES REQUERIDAS PARA O DESEMPENHO DE UM ISOLANTE TÉRMICO

Inicialmente foi realizado um levantamento sobre as propriedades requeridas para o desempenho de um isolante térmico. Foram analisados estudos publicados na língua portuguesa e inglesa nos anos de 2000 a 2021. As bases de dados usadas para seleção dos artigos foram: Sciences, Brazilian Journal of Wood Science, Ciência da Madeira.

A estratégia de busca foi delineada utilizando palavras-chave em inglês, português e espanhol, seguindo as seguintes combinações: Isolante térmico e propriedades dos isolantes térmicos. Foram incluídos artigos que atendessem os critérios estabelecidos, como tempo de publicação e base de dados. Trabalhos que não ficaram nesse limiar foram excluídos.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE ISOLANTES TÉRMICOS À BASE DE FUNGO.

A análise das propriedades de isolantes térmicos à base de fungo foi feita por meio de levantamento de dados secundários. Para este foram analisados estudos publicados na língua portuguesa, inglesa e espanhola nos anos de 2000 a 2021. As bases de dados usadas para seleção dos artigos foram: SCIELO – Scientific Electronic Library, PubMed – Public/Publisher MEDLINE, Microsoft Academic Search e HighBeam, MDPI - Publisher of Open Access Journals, Academic One File (Gale).

A estratégia de busca foi delineada utilizando palavras-chave em inglês, português e espanhol, seguindo as seguintes combinações: Micélio; fungo; material biodegradável; biomateriais. Foram incluídos artigos que atendessem os critérios estabelecidos, como tempo de publicação e base de dados, e além disso trabalhos que foram correlacionados ao assunto, os que não ficaram nesse limiar foram excluídos.

3.3. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIAL SUSTENTÁVEL.

A busca das características de um material sustentável foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica. Foram analisados estudos publicados na língua portuguesa e inglesa nos anos de 2000 a 2021. As bases de dados usadas para seleção dos artigos foram: SCIELO – Scientific Electronic Library, Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, FGV EBAPE.BR e Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental.

A estratégia de busca foi delineada utilizando palavras-chave em inglês, português e espanhol, seguindo as seguintes combinações: Material sustentável; material biodegradável; material compostável. Foram incluídos artigos que atendessem os critérios estabelecidos, como tempo de publicação e base de dados. Trabalhos que não ficaram nesse limiar foram excluídos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PROPRIEDADES DOS ISOLANTES TÉRMICOS

A análise bibliográfica demonstrou que as principais características para o desempenho de um isolante térmico são: Baixa massa específica; Baixa higroscopicidade; Ter fácil aplicação; Baixo custo; Resistência à ataque de roedores; Resistência mecânica; Resistência ao fogo; Estabilidade química e física; Baixa condutividade térmica e Alto calor específico. Entretanto, nenhum material no mercado apresenta o conjunto completo de todas essas características (GABRIELLI, 2014; CRUZ, FERREIRA, MARINHO, 2009; JUNIOR, MONTEGUTTI, HAUS, 2016; LIBRELOTTO, *et al*, 2014; NAVROSKI *et al*, 2010; ZHUKOV *et al*, 2012)

4.2. PROPRIEDADES DE ISOLANTES TÉRMICOS À BASE DE FUNGO

Foram identificados 10 artigos envolvendo uso de biomateriais à base de fungo para utilização na fabricação de isolantes térmicos usados na indústria da construção civil.

Em termos térmicos, acústico e contra incêndio o biocomposto pode ser considerado uma excelente alternativa para substituição dos materiais convencionais presentes no mercado, como o poliestireno. Ao comparar com custo de produção e biodegradabilidade ele apresenta vantagens significativas, além disso, a emissão de CO₂ é diminuída durante seu processo de fabricação, principalmente por evoluir de forma natural (ROBERTSON, *et al*, 2020; ZIMELE, *et al*, 2020; MANAN *et al*, 2020; KHITAB *et al*, 2016). Os bioprodutos são caracterizados como materiais ecologicamente corretos em relação aos demais materiais, assim como as bioadições usadas nas biomisturas (YANG, PARK, QUIN, 2017; PLANK, 2004; JONES *et al*, 2020, 2018).

Um estudo feito por Raut e colaboradores demonstrou que a condutividade térmica do biomaterial foi considerada de boa qualidade, entretanto, dependendo da aplicação, uma das principais características de um bom isolante térmico é a resistência à compressão, enquanto que o poliestireno expandido tem deformidade de 10% em um ambiente de construção, no referido trabalho foi observado uma deformidade de 25% para o biopolímero à base de fungo.

Segundo Girometta *et al*, 2019, as propriedades físicas e mecânicas podem ser melhoradas através de tratamento com outros materiais, como por exemplo, o verniz. É importante enfatizar que mesmo após o beneficiamento o material ainda é considerado biodegradável, visto que, pode ser metabolizado através de enzimas, enquanto que o poliestireno por ser oriundo de derivados do petróleo não possui essas características. A possibilidade de adaptar essas propriedades escolhendo adequadamente o beneficiamento abre caminho para uso em diferentes aplicações (HANEED *et al*, 2017; GIROMETT, 2019; ATTIAS, 2017).

4.3. CARACTERÍSTICAS DE MATERIAL SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade é uma questão importante a ser discutida no cotidiano, a indústria da construção civil é um importante fator para o desenvolvimento social e urbano, entretanto seus resíduos são responsáveis pela poluição da atmosfera, da terra e da água (QUEIROZ, 2016).

A engenharia civil é responsável por uma das ações mais devastadoras em termos de impacto ambiental, o que abre um paradigma para busca de formas alternativas para ação mais sustentável e diminuição do impacto negativo no meio ambiente (TORRALBA, JALALI, 2007; OLIVEIRA, 2015)

A ideia de sustentabilidade envolve algo a ser repensado constantemente, visto que, a interação entre os sistemas muda com frequência, porém, é válido enfatizar que é algo intimamente relacionado com a capacidade de absorver os impactos causados pela ação do homem (FEIL, DUSAN, 2017; CARVALHO, 2019)

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho mostra que os biomateriais à base de fungo têm propriedades significativas que permitem serem usados para fabricação de isolantes térmicos, e

consequentemente tem impacto positivo no meio ambiente por ser uma alternativa viável para substituir os materiais sintéticos utilizados na indústria da construção civil, como o poliestireno expandido.

Dentre os principais aspectos que confirmam a hipótese sobre o material podemos citar: baixa emissão de CO₂, boa capacidade de isolamento térmica e acústica, resistência ao fogo e baixo custo. A resistência à compressão também é um parâmetro importante a ser avaliado, alguns estudos mostraram que os biomateriais não apresentam o valor de resistência esperado, mas que através de tratamentos específicos isso pode ser mudado.

As propriedades dos biomateriais à base de fungo foram avaliadas por meio de pesquisa bibliográfica sistemática, nesse contexto é possível observar que os estudos seguem uma similaridade quanto aos resultados, entretanto ainda há poucas pesquisas desenvolvidas acerca do assunto. Além disso, para chegar ao objetivo geral, foi feito um levantamento sobre as características essenciais de um isolante térmico e material sustentável, ou do que se entende sobre sustentabilidade.

Para que essa tecnologia seja empregada no cotidiano da construção civil, estudos ainda são necessários, como por exemplo, para avaliar a durabilidade do material quando aplicado nas edificações, a capacidade de produção para suprir a demanda do mercado e além disso, a aceitação da população já que se trata de um material oriundo de um organismo vivo.

REFERÊNCIAS

- [1] ATTIAS, N. et al. Developing novel applications of mycelium based bio-composite materials for design and architecture. ResearchGate, Industrial Design Department at the Faculty of Architecture and Town Planning, Technion - Israel Institute of Technology, Haifa, Israel.
- [2] CARVALHO, G. O. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 779-792, mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019789-792>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- [3] CRUZ, M. P.; FERREIRA, R. J. P.; MARINHO, G. S. Aplicação de resíduo industrial para isolamento térmico de ambientes. ENEGEP, Salvador, 2009.
- [4] FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. *EBAPE.BR*, Rio Grande do Sul, v. 14, n. 3, p. 667-681, set. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>. Acesso em: 7 nov. 2021.
- [5] GABRIELLI, A. L. N. Isolamento térmico e conforto ambiental em edifícios residenciais na região sudeste do Brasil: Relação entre o nível de isolamento térmico da envolvente dos edifícios e a amplitude térmica interna. CONIC. SEMESP, São Paulo, 2014.
- [6] GIROMETTA, C. et al. Physico-Mechanical and Thermodynamic Properties of Mycelium-Based Biocomposites: A Review. *Sustainability*, Pavia, Italy, Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11010281>. Acesso em: 20 out. 2021.
- [7] HANEEF, M. Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *ScientificRepirts*, Genoa, Italy. n. 41292, jan. 2017. Disponível em: 7:41292 | DOI: 10.1038/srep41292. Acesso em: 19 out. 2021.
- [8] JONES, M. et al. Engineered mycelium composite construction materials from fungal biorefineries: A critical review. *Materials and Design*, Viena, v. 187, fev. 2020.
- [9] JONES, M. et al. Thermal Degradation and Fire Properties of Fungal Mycelium and Mycelium - Biomass Composite Materials. *ScientificRepirts*, Melbourne, Australia. Dez. 2018. Disponível em: 8:17583 | DOI:10.1038/s41598-018-36032-9. Acesso em: 19 out. 2021.

- [10] JUNIOR, C. A.; MONTEGUTTI, M. C.; HAUS, T. L. Análise comparativa da eficiência de isolantes térmicos. Núcleo de Pesquisa Acadêmica, Paraná, 2016.
- [11] KHITAB, A. et al. Sustainable construction with advanced biomaterials: an overview. *Sci.Int.(Lahore)*, Paquistão, v. 28, n. 3, p. 2351-2356, 2016.
- [12] MANAN, S. et al. Synthesis and applications of fungal mycelium-based advanced functional materials. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, Nanjing, v. 6, n. 1, p. 1-10, jan. 2021.
- [13] NAVROSKI, M. C. Avaliação do isolante térmico de três diferentes materiais usados na construção e preenchimento de paredes externas. *Ciência da Madeira*, Pelotas, v. 01, n. 01, p. 41-51, mai. 2010.
- [14] OLIVEIRA, T. Y. M. Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações. 2015. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [15] PLANK, J. Applications of biopolymers and other biotechnological products in building materials. *Appl Microbiol Biotechnol*, Munique, v. 66, n. 1, p. 1-9, out. 2004.
- [16] QUEIROZ, N. T. Construções sustentáveis na Engenharia Civil e a responsabilidade socioambiental. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, Montes Claros, v. 3, n. 6, p.255-263, dez. 2016.
- [17] ROBERTSON, O. et al. Fungal Future: A review of mycelium biocomposites as an ecological alternative insulation material. *ResearchGate*. Dinamarca, ago. 2020.
- [18] RAUT, J. et al. Fungal Based Biopolymer Composites for Construction Materials. *MDPI - Publisher of Open Access Journals*, Bucareste, v. 14, n. 11, p. 2096, mai. 2021.
- [19] TORRALBA, F. P.; JALALI, S. Construção Sustentável. O caso dos materiais de construção. *Congresso Construção 2007*, Coimbra, Portugal, dez. 2007.
- [20] YANG, L.; PARK, D.; QIN, Z. Material function of mycelium-based bio-composite: A review. *Frontiers in materials*, Estados Unidos, v. 8, set. 2021
- [21] ZIMELE, Z. et al. Novel Mycelium-Based Biocomposites (MBB) as Building Materials. *Journal of Renewable Materials*, Letônia, v. 8, n. 9, p. 1067-1076, ago. 2020.
- [22] ZHUKOV, A. et al. Thermal insulation: operational properties and methods of reserarch, *MATEC Web of Conferences*, Moscow, Russia, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201825101016>. Acesso em: 7 nov. 2021.

Capítulo 7

Responsabilidade Civil do profissional de Engenharia na realização de laudos periciais e sua atuação no auxílio de decisões judiciais

Karen Thalita

Resumo: São inúmeras ramificações que o trabalho do Engenheiro trás e a responsabilidade civil está atrelado em cada uma dela. Dito isso, este trabalho visa demonstrar as características profissionais necessárias no trabalho do engenheiro, afim de cumprir Requisitos técnicos e legais para a eficácia do desempenho das atividades do profissional de Engenharia por meio de prova pericial. Por essa razão, o objetivo da pesquisa é atribuir o conhecimento técnico do profissional de Engenharia e sua responsabilidade civil a atuação nas tomadas de decisões Judiciais, pois, através de laudos do perito, são embasadas as decisões da justiça. O método utilizado para o avanço da pesquisa foi baseado através de dados documentais baseados na Norma Brasileira (NBR), legislação atual, código processual civil e Leis que estabelecem o exercício da profissão de Engenheiro. O estudo do assunto visou obter relevância ao conhecimento técnico e dar notoriedade as responsabilidades civis atribuídas ao profissional de e engenharia e como há uma necessidade maior de ser debatido em sala de aulas temas relacionados obrigações e deveres do engenheiro civil e como esse assunto é relevante para as grades curriculares nas disciplinas de Engenharia. Concluímos que o conhecimento teórico-técnico em patologias e vícios construtivos é essencial quando se trata de perícias do profissional perito engenheiro, gerando uma maior responsabilidade no diagnóstico plausível e causal nos laudos periciais das edificações, quando constato nos laudos assim, influenciando diretamente nas decisões Judiciais.

Palavras-chave: Responsabilidade Civil, Perícia Judicial, Prova Pericial, Laudo Técnico.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia legal atua na interface da Engenharia jurídica e tem o intuito de ajudar a resolver adversidades que dependem de conhecimento técnico específico, colaborando com profissionais do Direito para esclarecimentos relacionados a problemas construtivos por meio de perícias de Engenharia. Nesse caso, esse tipo de trabalho traz a tona diversas responsabilidades civis para o profissional de Engenharia, pois, através da avaliação do problema é constatado o fator da sua casualidade e por meio de laudos técnicos periciais Juízes embasam-se suas decisões.

Engenharia legal usa da perícia técnica para investigar e solucionar casos de litígios Judiciais de obras Engenharia. Através de provas derivadas de laudos, o Perito Engenheiro usa de seus conhecimentos para elucidar casos, assim, auxiliar a Justiça em processos Judiciais.

Pela falta de conhecimento técnico na área construtiva, representantes da justiça precisam de auxílio técnico para poder embasar suas decisões no processo, por isso, é de extrema relevância o profissional da área está devidamente qualificado para poder atuar como auxiliador por meio de laudos técnicos periciais.

O objetivo desse trabalho é atribuir o conhecimento técnico do profissional de Engenharia a sua reponsabilidade civil para acarretar uma conscientização no exercício da profissão deixando claro os direitos e deveres as quais precisam ser compartilhados com seus clientes e assim obter melhores resultados profissionais.

É relevante que possa ser discutido em ambientes educacionais sobre o assunto de responsabilidade no cumprimento da função, pois, ainda precisa de mais notoriedade o qual muitas vezes passa despercebido, mas que anda lado a lado na realização das funções do Engenheiro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos tópicos a seguir serão abordados mais detalhadamente o processo do trabalho do profissional de Engenharia, mais precisamente o perito judicial que a habilitação profissional do mesmo, está prevista no CPC/2015 Art. 145, da Lei nº 13.105 de 16 de Março de 2015 do Código de Processo Civil.

Art. 145. Quando a prova do fato depender de conhecimento técnico ou científico, o Juiz será assistido por Perito, segundo o disposto no art. 421.

§1o. Os Peritos serão escolhidos entre profissionais de nível universitário, devidamente inscritos no órgão de classe competente, respeitado o disposto no Capítulo VI, seção VII, deste Código.

§2o. Os Peritos comprovarão sua especialidade na matéria sobre que deverão opinar, mediante certidão do órgão profissional em que estiverem inscritos.

2.1. ENGENHARIA LEGAL

Será abordado a Engenharia Legal como parte da Engenharia que atua na parte de avaliações periciais relativas a procedimentos judiciais.

A Engenharia legal visa esclarecer aspectos técnicos avaliativos, periciais entre outros na colaboração com outros profissionais.

Nesse sentido, conforme defende Carvalho (2019, p. 02) A Engenharia Legal atende as variáveis atividades do engenheiro, que por sua vez compreende a elucidar conflitos jurídicos, que necessitam ser embasados com conhecimentos técnicos específico, pois, os tais são desconhecidos aos advogados e magistrados, tendo de ser elucidados pelo perito judicial em matéria de engenharia.

Portanto, conforme Miranda (2019, p. 22) A perícia Jurídica é necessária quando não houver conhecimento específico do Juiz, sendo assim, é preciso que o tal contrate o devido profissional para interpretar os fatos a serem julgados.

2.2. RESPONSABILIDADE CIVIL DO ENGENHEIRO NA ELABORAÇÃO DE LAUDOS

Será abordado a Responsabilidade Civil como importante ferramenta na execução do trabalho do Perito Engenheiro enaltecendo sua capacidade para exercício de sua função de forma devida, já que seu parecer técnico será usado como prova através de laudos na elucidação do caso a ser julgado.

O laudo técnico segundo a NBR 13752/96, é Peça na qual o perito, profissional habilitado, relata o que observou e dá as suas conclusões ou avalia, fundamentadamente, o valor de coisas ou direitos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2002).

A NBR 13752/96 informa que o devido laudo pericial terá dos seguintes elementos:

- a) Indicação da pessoa física ou jurídica que tenha contratado o trabalho e do proprietário do bem objeto da perícia;
- b) Requisitos atendidos na perícia referentes, por exemplo, à metodologia empregada, aos dados levantados, ao tratamento dos elementos coletados etc.;
- c) Relato e data da vistoria com todas as informações referentes;
- d) Diagnóstico da situação encontrada;
- e) No caso de perícias de cunho avaliatório, pesquisa de valores, definição da metodologia, cálculos e determinação do valor final;
- f) Memórias de cálculo, resultados de ensaios e outras informações relativas à sequência utilizada no trabalho pericial;
- g) Nome, assinatura, número e registro no CREA e credenciais do perito de engenharia. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2002)

Com isso, se ressalta a importância de o perito estar ciente de suas responsabilidades para exercer com qualidade sua função ao longo do seu trabalho.

Para ser melhor esclarecida a responsabilidade civil do engenheiro, não só o perito, é necessário saber e entender seus deveres e obrigações na prática do seu trabalho incluindo nesse caso, as obrigações com o Direito civil.

2.3. ATRIBUIR A ATUAÇÃO DA PROVA PERICIAL NAS TOMADAS DE DECISÕES JUDICIAIS.

Será abordado a atuação da prova pericial elaborada pelo Engenheiro perito na elaboração de laudos técnicos periciais

Os engenheiros devem dominar plenamente a tecnologia e os materiais utilizados em suas obras, de forma para evitar danos causados por negligência e falta de conhecimento, para assim, desempenhar suas funções da melhor maneira possível.

A Constatação donexo da casualidade nos laudos periciais é de extrema relevância para as decisões Judiciais. O perito judicial tem a função de levar aos autos a prova com base em informações técnicas, no formato do laudo pericial

A prova pericial inclui uma investigação cuidadosa conduzida por especialistas que contradiz os fatos, os quais mostram como o juiz tomou uma decisão. Um profissional que exerce sua função com qualidade é composto por experiência, visão, espírito investigativo e perseverança na busca para provar a verdade

Existem provas denominadas de pré-constituídas e as provas constituídas no decorrer do processo. Como exemplo para o primeiro caso, citamos a prova documental, ou seja, são provas juntadas da inicial ou na contestação, já a prova pericial se trata de prova constituída no decorrer do processo. (KEMPNER, 2013, p. 3)

As ações do engenheiro, por ser um técnico responsável, podem resultar em penalidades O processo penal e a pena de reclusão decorrente, tem a ver com o seu grau e grau Influência. Dentre os fatos que podem ser considerados crimes, destacam-se: Colapso - Colapso do edifício devido a erro humano; deslizamento de terra causado por Natureza; incêndio causado por sobrecarga elétrica; envenenamento por pesticida ou morte uso indevido de pesticidas em plantações sem orientação e equipamentos adequados; Causado por vazamento de elementos radioativos.

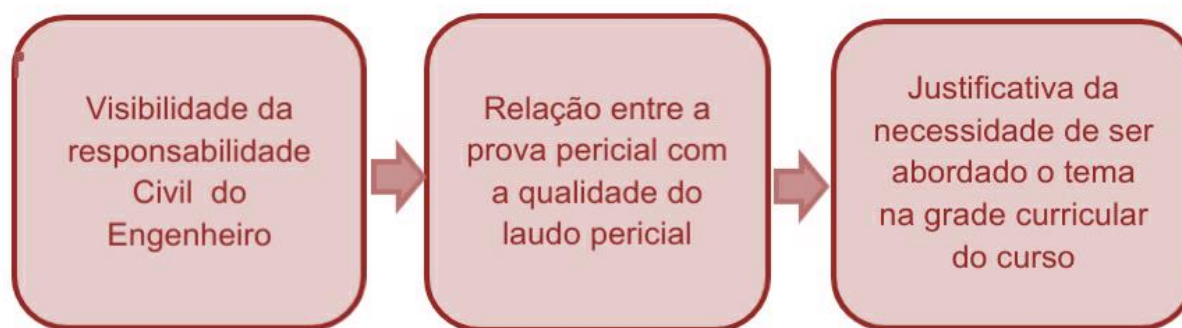
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A classificação em relação aos procedimentos metodológicos desta pesquisa foi feita de forma que a abordagem seja Qualitativa de natureza básica para gerar novos conhecimentos com o objetivo Exploratório para criar uma familiaridade com o tema em questão.

Em relação aos procedimentos metodológicos, o trabalho foi realizado com base em pesquisas bibliográficas cujo material explorado foi através de livros, artigos científicos e revistas eletrônicas.

A coleta de informações para a realização do trabalho foi feita através de dados documentais baseados na Norma Brasileira (NBR) como a 13752/96, legislação atual, Art. 145, da Lei nº 13.105 de 16 de Março de 2015 código processual civil e Leis que regulamentam o exercício da profissão de Engenheiro.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. VISIBILIDADE DA RESPONSABILIDADE CIVIL DO ENGENHEIRO

Para entender melhor o papel da responsabilidade Civil do Engenheiro no exercício de perícias técnicas, foi feito estudos baseados no código civil, nas Leis nº 5.194/66 e nº 6.496/77, pois, são elas que estabelecem a responsabilidade técnica da profissão Engenheiro Civil, Arquiteto e Agrônomo. Também foram feitas pesquisas por meio de artigos com base no objetivo proposto.

3.2. RELAÇÃO ENTRE A PROVA PERICIAL COM A QUALIDADE DO LAUDO PERICIAL

Foi realizado extensa pesquisa baseada em artigos científicos, revista eletrônica, legislação atual e estudos de caso baseado na vivência de profissionais com laudos técnicos e procedimentos judiciais para embasar os conhecimentos adquiridos

3.3. JUSTIFICATIVA DA NECESSIDADE DE SER ABORDADO O TEMA NA GRADE CURRICULAR DO CURSO

Por meio de pesquisas relacionadas ao tema sobre Engenharia legal e suas diretrizes, foi feito análises de livros e artigos científicas baseados na opinião dos autores ressaltando necessidade de ser implementado disciplinas na grade do curso de Engenharia e de pós-graduação para melhor adequação dos profissionais e abrangendo a atuação na área.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto mais aprofundado for os conhecimentos do perito engenheiro, melhor será a execução do seu trabalho com a qualidade que se é esperada. São vastas as fontes de

conhecimento que podem ajudar no exercício da função e a obtenção de conhecimento sobre mais métodos de realização da profissão trazem resultados positivos na carreira do Engenheiro. Conhecer seu ambiente de profissão o faz com que impacte e mude o meio em sua volta.

É necessário ter conhecimento sobre as patologias das construções, pois, ela é defeitos que interfere o desempenho da construção, quando avarias acontecem, fica demonstrado que a estrutura patológica não atua como solicitada no projeto, logo, não exerce a a os deveres para a qual foi estabelecida.

A engenharia investigativa atua para dar um diagnóstico das causas do problema estabelecido. O perito forense deve ter devido conhecimento para exercer a identificação dos problemas e a elucidação das avarias que levam ao problema na construção

4.1. VISIBILIDADE DA RESPONSABILIDADE CIVIL DO ENGENHEIRO

Ética, moral e conhecimento técnico andam justos para o desempenho adequado do trabalho do Engenheiro perito. É necessário que o profissional esteja ciente de seus deveres e obrigações para obter maior qualidade no exercício da profissão.

O mundo está em constante avanço e na área da Engenharia não é diferente, precisa-se estar sempre aprimorado os conhecimentos técnicos para assim se adequar ao mercado de trabalho, pois, a função de perito trás inúmeras responsabilidades.

Essa área de atuação traz grandes oportunidades de emprego e se trata de uma nova visão sobre a categoria e a legislação atua como bussola para melhor adequação a área.

A Lei no 5.194/66 é a lei que estabelece a prática pericial envolvendo a Engenharia Legal, o artigo 7º descreve as atividades inerentes aos profissionais. Entre as atividades que o profissional de Engenharia e Arquitetura devem exercer destaca-se: análises, avaliações, vistorias, perícias. (BRASIL.1998)

Para melhor entender as responsabilidades que o trabalho de perícia na Engenharia trás, segundo Krubnik; Pereira. (2020) existem dois tipos de obrigações, a de meio ou de resultado, que em resumo, a obrigação de meio o profissional deve realizar todas as etapas necessárias para alcançar sua finalidade. Porém, sem assegurar um resultado garantido, pois em alguns casos, o resultado é independente e constatando-se culpa o réu e será responsabilizado segundo suas ações.

Já a obrigação de resultado, o profissional recomendado garante que os resultados esperados sejam alcançados, se a deixar de cumprir, isso violará as obrigações acordadas.

4.1. RELAÇÃO ENTRE A PROVA PERICIAL COM A QUALIDADE DO LAUDO PERICIAL

Por meio de ampla investigação é desenvolvido provas periciais que acusam a casualidade dos litígios ocorridos no caso investigado. É de extrema importância que essas provas sejam produzidas de melhor forma para assim ser descritas nos laudos técnicos que futuramente serão usados para deferir uma sentença. Muitos laudos técnicos são produzidos sem a devida qualidade, muitos perecem de nexos de casualidade, coisa que é imprescindível isso acarreta futuros conflitos podendo ser substituído esse profissional por outro.

A atuação como guia da justiça expande ainda mais a área de atuação do Engenheiro formando novas oportunidades de emprego. A prova pericial é de extrema importância para os casos em que os elementos, as provas documentais ou outros elementos trazidos por meios previstos na legislação, e não são suficientes para dar embasamento ao julgamento, logo é a prova pericial que orienta a decisão do juiz.

Na divergência dos fatos, as investigações trazem a necessidade de ser constatado a real casualidade do ocorrido que está sendo investigado, para isso, a prova atua como principal método de averiguação e constatação das causas dos conflitos de interesses no processo, logo é a prova pericial que norteia a decisão judicial.

Bonfim define como estabelece da prova pericial:

São características da prova pericial.

- a) é um meio de prova;
- b) é o resultado da atividade humana, e não é uma atividade humana;
- c) o destino da prova é o processo, ainda que a atividade se realize fora do processo;
- d) deve ser realizada por experts no tema sobre o qual versa o laudo;
- e) deve versar o laudo sobre fatos e não sobre questões jurídicas;
- f) deve nascer de uma obrigação – investidura no cargo ou nomeação ad hoc -, portanto, se não existe um vínculo legal ou judicial, não se pode falar em perícia, já que não existe perícia espontânea;
- g) os fatos sobre os quais versam o laudo devem ser especiais, ou seja, devem requerer conhecimentos especializados, científicos, artísticos ou técnicos;
- h) o laudo é uma declaração da ciência, assim, o perito declara o que sabe e o juiz o valora como meio de prova. (BONFIM, 2008:330)

4.1. JUSTIFICATIVA DA NECESSIDADE DE SER ABORDADO O TEMA NA GRADE CURRICULAR DO CURSO

É notório a relevância do tema abordado então necessita-se de meios mais abrangentes como disciplinas acadêmicas, cursos entre outras formas para exploração mais aprimorada do assunto, para assim, preparar mais profissionais para uma área de trabalho que está em ascensão assim, trazendo novas oportunidades de emprego para os interessados em ingressar na área.

Muitos trabalhadores no ramo de engenharia desconhecem outros meios de praticar seus conhecimentos adquiridos, a área de perícia traz novas oportunidades para quem tem interesse em ingressar em atividades novas, podendo conciliar com suas outras atividades.

Pela Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015, esclarece que o juiz irá nomear o perito quando o mesmo não tiver conhecimentos técnicos e científicos suficientes. Esses profissionais da perícia habilitados serão nomeados de acordo com o Art. 156, do Código Adjetivo Civil.

Art. 156 "[...] O juiz será assistido por perito quando a prova do fato depender de conhecimento técnico ou científico. §1o. Os peritos serão nomeados entre os profissionais legalmente habilitados e os órgãos técnicos ou científicos devidamente inscritos em cadastro mantido pelo tribunal ao qual o juiz está vinculado[...]" (BRASIL, 2015)

Faz-se necessário a parceria entre a Engenharia e o Direito para que o profissional habilitado colabore com seus conhecimentos especializado através de laudos, assim, havendo uma solução íntegra das as lides que os conflitos de interesse trazem e colaboração entre diferentes atividades faz com que surja novas oportunidades para a área.

5. CONCLUSÃO

O nível de conhecimento teórico-técnico em patologias e vícios construtivos acarreta responsabilidade no diagnóstico plausível e causal nos laudos periciais das edificações, e assim, influenciando diretamente nas decisões Judiciais.

Existem profissionais muito nem qualificados para exercer suas atividades com qualidade e também há profissionais que não se atentam na constante modernização dos métodos de trabalho, isso acarreta uma certa desqualificação e é necessário ter responsabilidade no desenvolvimento do trabalho, pois, pelo diagnóstico dado pelos profissionais habilitados que serão tomadas decisões no decorrer do processo.

Era-se esperado que o objetivo geral atribuísse o conhecimento técnico do profissional de Engenharia e sua responsabilidade civil na influência a atuação nas tomadas de decisões Judiciais.

O objetivo foi alcançado através de análises extensas por meio de pesquisas e foram desenvolvidas durante do artigo retóricas que comprovassem essas análises usando leis e normas que regem o profissional visando sempre a necessidade de modernização e busca de conhecimento para aprimoramento do exercício das atividades do Engenheiro.

A atividade pericial, traz novas oportunidades de emprego, para a área tão

Procurada que é a Engenharia Civil. Para isso, é necessário que os profissionais de Engenharia sejam mais habilitados com conhecimento Técnico, além de se atualizarem constantemente.

REFERÊNCIAS

- [1] KRUBNIKI M.; PEREIRA, E. A responsabilidade civil e criminal do profissional de engenharia Civil. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 11 n. 4 (2019). <https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/14207> BRASIL. Lei nº 10406, de 10 de janeiro de 2002. Código Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm BRASIL.
- [2] KEMPNER D. A Importância da prova pericia. Revista On-Line IPOG ESPECIALIZE <https://ipog.edu.br/institucional/academico/revista-especialize-edicao-17>.
- [3] DEUTSCH, Simone Feigelson. Perícia de engenharia: a apuração dos fatos. São Paulo: Liv. E Ed. Universitária de Direito, 2011.
- [4] MIRANDA, Alfredo Gomes. Dos méritos da prova pericial de Engenharia na orientação dos processos judiciais no Brasil. (2007). Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/DOS%20M%C9RITOS%20DA%20PROVA%20PERICIA%20DE%20ENGENHARIA%20NA%20ORIENTA%C7%C3O%20DOS%20PROCESSOS%20JUDICIAIS%20NO%20BRASIL.htm>>. Acesso em: 11 out. 2021.
- [5] FICKER, José. Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos. São Paulo: Pini, 2001.
- [6] GOMIDE, Tito Livio Ferreira. Engenharia Legal3. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2009.
- [7] BRASIL. Conselho Federal da Engenharia e Agronomia. Resolução nº 345, 1990. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/downloads/0345-90.pdf>>. Acesso em: 04 setembro 2021.
- [8] BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Súmula 194, 1994. Disponível em: <<https://scon.stj.jus.br/SCON/sumstj/toc.jsp?livre=194&tipo=sumula+ou+su&b=SUNT&thesaurus=JURIDICO&p=true>>. Acesso em: 04 julho 2021.
- [9] BRASIL. Lei nº 10.406. Código Civil, Brasil, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13105.htm>. Acesso em: 07 setembro 2021.
- [10] BRASIL. Lei nº 13.105. Código de Processo Civil, Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13105.htm>. Acesso em: 09 agosto 2021.
- [11] BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. HC 214049-SP. 6ª turma., 2015. Acesso em: 04 Agosto 2021.
- [12] BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. Resolução nº 233, 2016. Disponível em: <<https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/atos-normativos?documento=2310>>. Acesso em: 04 Agosto 2021.
- [13] BRASIL. Superior Tribunal de Justiça.. AREsp nº 1820955, 2021. Disponível em: <<https://scon.stj.jus.br/SCON/decisoes/toc.jsp?livre=1820955&b=DTXT&p=true>>. Acesso em: 04 julho 2021
- [14] BRASIL. Constituição Federal de 1988. (2008). Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 15 out. 2021. <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/249955488/responsabilidade-civil-do-engenheiro/amp>
- [15] ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.
- [16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=forums&srcid=MDA4MjMzNzEyNzk0MDYyNDU0NTYBMDExMjE4Mjk0MjQ2NTkzNzNmNDk0BcngwLTZ2TndvTzBKATAuMQEBdJI&authuser=0>>. Acesso em: 18 set. 2021.
- [17] Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Dispõe sobre o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm

Capítulo 8

As medidas de segurança na construção civil: Uma análise dos riscos ocupacionais do trabalhador e as orientações básicas para minimizar os acidentes no ambiente de trabalho

Marcoh Nasi Batista Sevalho

Resumo: Garantir a segurança de um canteiro de obras exige extrema responsabilidade – pois não abrange apenas o bom andamento do projeto, mas também o fiel cumprimento das normas que o regulam e, principalmente, a integridade daqueles que o estão executando. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar se as medidas de segurança para a prevenção dos riscos em canteiros de obras na cidade de Manaus são atendidas, por meio de levantamento de campo. Para isso será necessário estar escolhendo os canteiros de obras a serem avaliados quanto as medidas de segurança, por meio de critérios de seleção, determinando os critérios de avaliação dos riscos em canteiro de obras, por meio de análise documental e identificando os riscos nos canteiros avaliados, por meio de inspeção local. Quanto aos resultados foram possíveis identificar as áreas de maior ocorrência de obras, estabelecer e classificar os níveis de riscos. Estas medidas se baseiam nos procedimentos técnicos definidos pela Norma Regulamentadora – NR-18, que dispõe das orientações básicas para prevenção dos riscos ocupacionais dos trabalhadores da construção civil, tais como: a utilização de Equipamentos de Proteção Individual e coletiva; Proteção contra incêndios; sinalização de segurança; análise preliminar de riscos; treinamento; conscientização dos funcionários; e organização e limpeza. Logo, considerando os riscos eminentes ao exercício das funções dispostas nos canteiros de obras e que todos os documentos pertinentes para execução assídua da obra são atendidos pela empresa responsável pela construção. Além disso, os documentos relacionados a pré-execução da obra são atendidos para que a empresa responsável da obra, possa se respaldar no que tange a legislação trabalhistas e normativas regulamentadoras da construção civil.

Palavras-chave: Aeróbio. Efluentes. Tratamento de Esgoto.

1. INTRODUÇÃO

A Segurança do Trabalho é um conjunto de medidas preventivas que visam minimizar os acidentes de trabalho, as doenças profissionais e salvaguardar a integridade e capacidade para o trabalho dos trabalhadores. Logo, a segurança do trabalho visa amparar o trabalhador com os devidos cuidados para o exercício de sua função, já que este é um fator primordial tanto para sua atividade laboral quanto para cumprimento das leis trabalhistas (MENDONÇA, 2018).

Na construção civil, as preocupações com a segurança do trabalhador no setor aumentaram em alguns países nas últimas décadas. Um sistema de gestão em um canteiro de obras é, portanto, essencial para reduzir o risco de acidentes de trabalho, e a organização e/ou distribuição de materiais, ferramentas, implementos de trabalho podem contribuir significativamente e proporcionar bons resultados em áreas organizacionais que afetam diretamente o setor de segurança nas obras (SENA, 2019).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar se as medidas de segurança para a prevenção dos riscos em canteiros de obras na cidade de Manaus são atendidas, por meio de levantamento de campo. E especificamente, escolher um os canteiros de obras a serem avaliados quanto as medidas de segurança, por meio de critérios de seleção, identificando as áreas de maior ocorrência de obras; determinar os critérios de avaliação dos riscos em canteiro de obras, por meio de análise documental, estabelecendo a classificação dos níveis de riscos; e ainda, identificar os riscos nos canteiros avaliados, por meio de inspeção local, classificando quanto aos níveis de riscos.

Esta pesquisa possui grande relevância acadêmica, uma vez que contribui para o aprendizado de futuros engenheiros quanto os critérios fundamentais para resguardar a segurança do trabalhador da construção civil. Além disso, tal pesquisa servirá de base teórica para que seja possível incentivar a acuidade do uso medidas de proteção e segurança no canteiro de obras.

Diante dessa situação, este trabalho abordará a saúde e segurança do trabalho no contexto da construção civil - destinado a descrever a importância da segurança do trabalhador nos canteiros de obras; e as Normas de Regulamentação do Trabalhador da Construção Civil - destinado a prevenir os trabalhadores do risco ocupacional.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A saúde do trabalhador é um assunto que constantemente está evoluindo. Pois, é fundamental que se estabeleça uma relação entre a segurança e saúde dos empregados, com as distintas características das atividades exercidas no trabalho. Ainda em concordância, a área de saúde e segurança não se limita a uma atividade laboral distinta, mas aos contextos de trabalhos possíveis (MAAS et al., 2018).

A indústria da construção civil reúne uma série de atividades que visam transformar o ambiente natural para melhorar a qualidade de vida do ser humano. Embora tenha dado um grande contributo para a economia nacional, é um indicador

lamentável para a indústria o quantitativo de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais provocadas pela atividade de construção (BRABOSA FILHO, 2015).

Desse modo, em relação a segurança e saúde ocupacional, ao contrário de outras indústrias, a indústria da construção tem muitas peculiaridades que requerem atenção, incluindo: alta rotatividade e baixo treinamento de mão de obra, uso pesado de mão de obra terceirizada e métodos de trabalho desatualizados (não necessariamente voltados para a segurança do trabalhador)), de acordo com a fase de trabalho e a tradição de falta de segurança na elaboração de projetos para mudar a natureza do serviço. A importância de focar em todos esses aspectos se dá porque as soluções a serem desenvolvidas e adotadas nas atividades de construção civil muitas vezes são diferentes daquelas observadas em outras áreas de serviço.

Segundo Barbosa Filho (2015), a indústria da construção civil apresenta uma série de características e fatores que influenciam na ocorrência desses acidentes, dentre os quais destacam-se :

- a) A não participação do executor na etapa de projeto da edificação, com o fim de identificar soluções projetuais que permitam maior segurança na execução;
- b) Falta de tradição em se elaborar projetos de segurança que antecipem e proponham medidas preventivas frente aos riscos que os funcionários estarão submetidos na realização das atividades;
- c) O caráter temporário dos locais de trabalho (canteiro de obras);
- d) Número elevado de empresas de pequeno porte atuando no setor;
- e) Emprego simultâneo de métodos artesanais e industrializados na realização de atividades;
- f) Alta rotatividade da mão de obra, o que resulta na adoção de técnicas de execução arcaicas, mesmo que outras técnicas que permitam não apenas maior produtividade, mas também maior preservação da integridade laboral do funcionário, já existam na empresa (BARBOSA FILHO, 2015);
- g) Uso extensivo de mão de obra terceirizada;
- h) Mudanças na natureza do serviço de acordo com a fase da obra;
- i) Efeitos do clima e a adoção de horas extras para compensar em partes esses efeitos;
- j) Desconsideração de custos com segurança e saúde do trabalho (SST) nos orçamentos dos empreendimentos;
- k) Em competições de orçamentos, as contratações se dão pelo menor preço, sem que sejam avaliadas as possíveis implicações do corte nos gastos com segurança;
- l) Pagamentos por tarefas, os quais incentivam a redução de prazos para a realização desses serviços, muitas vezes desconsiderando o desempenho dos funcionários no que se refere à segurança deles mesmos.

2.2. NORMAS REGULAMENTADORAS DO TRABALHADOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, as Normas Regulamentadoras de Segurança no Trabalho são 36. Dentre estas, as que são de fundamental importância para a segurança no trabalho da indústria da construção civil estão as NR's 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 09, 12, 18, 23 e 35.

As Normas Regulamentadoras, fixadas pela Portaria nº 3.214/1978, buscam atingir todos os setores de atividades que demandam requerer a prevenção de riscos de acidentes, como: o comercial, industrial, de transporte, de manuseio de máquinas, de uso de equipamentos de proteção individual, exames médicos, edificações e instalações, de ergonomia, de combustíveis e proteção contra incêndios, condições sanitárias, sinalização, fiscalização e penalidades.

A NR 01 - apresenta as disposições gerais das NRs relativas à segurança e medicina do trabalho, determinando a sua observância obrigatória por empresas públicas e privadas, entidades públicas dos Poderes Legislativo e Judiciário, com servidores regidos pela CLT.

A NR 02 - trata dos assuntos relacionados à inspeção prévia. Todo estabelecimento, antes de iniciar suas atividades, deve solicitar aprovação de suas instalações ao órgão regional do MTb. Após a inspeção prévia, o órgão regional do MTb emitirá o CAI.

A NR 03 - trata dos embargos e/ou interdição, medidas de urgência que são seguidas em conjuntura de trabalho que caracterize risco grave e iminente ao trabalhador. O risco grave e iminente é toda condição ou situação de trabalho que possa causar acidente/doença relacionada ao trabalho com lesão grave à integridade física do empregado. A interdição pode resultar em paralisação total ou parcial.

A NR 04 - refere-se à implantação do SESMT, que depende do grau de risco da atividade principal da empresa Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e do quantitativo de empregados do empreendimento. O SESMT deverá ser composto por Engenheiro de Segurança, Médico, Enfermeiro, Auxiliar de Enfermagem e Técnico de Segurança do Trabalho.

A NR 05 obriga as empresas públicas e privadas são obrigadas a organizarem e manterem em funcionamento a CIPA, para prevenir acidentes laborais, receber sugestões/recomendações de melhoria para as condições de trabalho e eliminação das causas dos acidentes/doenças ocupacionais. A CIPA é formada por um representante da empresa e representantes dos empregados eleitos por voto secreto, mandato de um ano, com direito a uma reeleição e um ano de estabilidade.

A NR 06 refere-se aos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), destinado a proteger a saúde e a integridade física do empregado. A NR-06 estabelece e define os tipos de equipamentos de proteção individual (EPI) que as empresas devem fornecer aos seus empregados quando as condições de trabalho o exigirem, a fim de resguardar a integridade dos mesmos.

A NR 07 refere-se ao Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e Despacho SSST (Nota Técnica). Situa a obrigação de exames médicos às empresas, incluindo admissão, periodicidade, retorno ao trabalho, mudança de função e demissão. Além de exames complementares, dependendo do grau de risco da empresa, e da existência de agentes agressores no ambiente de trabalho, a critério

do médico do trabalho e dependendo dos quadros na própria NR-7 e NR15 (Insalubridade), poderá ter exames específicos para cada risco que o trabalho venha a gerar.

A NR 08 estabelece os requisitos técnicos mínimos que devem ser observados nas edificações, visando garantir segurança e conforto no ambiente de trabalho. Estes locais devem ter a altura do piso ao teto, pé direito, de acordo com as posturas municipais, atendidas as condições de conforto, segurança e salubridade, estabelecidas na Portaria nº 3.214/198. (Alterada pela Portaria SIT nº 23/2001).

A NR 09 estabelece a elaboração e implantação do PPRA (Programas de Prevenção de Riscos Ambientais) para todas as empresas que admitirem trabalhadores como empregados, com o objetivo de antecipar, reconhecer, avaliar e controlar os riscos ambientais existentes, ou que venham a existir em os riscos do ambiente de trabalho para proteger o meio ambiente e até mesmo os recursos naturais (MTE, 2007). A NR-9 somente é obrigatória às empresas com menos de 20 funcionários na obra. Acima deste número de colaboradores, vale o PCMAT, ou seja, a NR-18.

A NR 12 refere-se a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

A NR 18 trata das condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção e, de forma específica do PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Logo, estabelece diretrizes administrativas, de planejamento e organizacionais voltadas à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, condições e ambientes da construção civil.

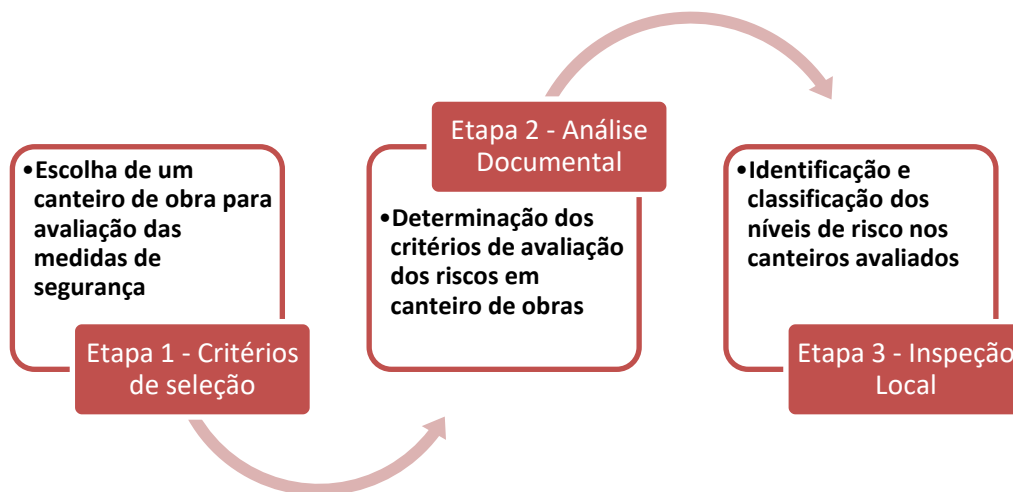
A NR 23 a proteção contra Incêndios. Todas as empresas devem possuir proteção contra incêndio; saídas para retirada de pessoal em serviço e/ou público; pessoal treinado e equipamentos. A partir de 2011, esta norma foi alterada. As questões de incêndios são resolvidas pelo Corpo de Bombeiros (Legislação Estadual).

A NR 35 especifica os requisitos mínimos/medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, organização e execução para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente na atividade. Portaria SIT n.º 313/2012/Portaria MTE n.º 593/14 e n.º 1.471/2014.

Portanto, as normas regulamentadoras que abarcam a construção civil devem ser aplicadas em sua totalidade, considerando todos os elementos de preservação e eliminação de riscos.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia de pesquisa trata-se de pesquisa de campo, cuja abordagem qualitativa, de natureza aplicada. Quanto aos procedimentos de coleta de dados foram realizadas as seguintes técnicas: pesquisa bibliográfica (para embasamento teórico da temática), visitas *in-loco* (para escolher o local da avaliação de riscos), observação e análise documental. Conforme a figura abaixo, pode-se observar a metodologia de pesquisa aplicada.

Figura 1 – Fluxograma de procedimentos metodológicos da pesquisa

Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. ESCOLHA DE UM CANTEIRO DE OBRA PARA AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA

Esta etapa consistiu em escolher um os canteiros de obras a serem avaliados quanto as medidas de segurança, por meio de critérios de seleção, identificando as áreas de maior ocorrência de obras. Foram realizadas visitas *in-loco* em canteiros de obras distintos para avaliar quais os locais de mais recorrências de riscos.

3.2. DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS EM CANTEIRO DE OBRAS

Nesta etapa, para determinar os critérios de avaliação dos riscos em canteiro de obras, foram feitas análises documentais, estabelecendo a classificação dos níveis de riscos. Refere-se a avaliar os documentos dispostos no canteiro de obras, tais como: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), Laudo de insalubridade e laudo de periculosidade, Atestado de Saúde Ocupacional (ASO), Comunicado de Acidente do Trabalho (CAT), entre outros.

3.3. IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE RISCO NOS CANTEIROS AVALIADOS

Nessa etapa realizou-se uma inspeção local a fim de que se identificasse os riscos nos canteiros avaliados, classificando-os quanto aos níveis de riscos. As visitas *in-loco*, entrevistas e as observações foram fundamentais para esta etapa do trabalho, assim conseguiu pontuar os riscos e categorizá-los quanto aos níveis. Além de verificar os Equipamentos de Proteção Individual – EPI; Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC; Proteção contra Incêndios; Sinalização de segurança; Análise Preliminar de Riscos – APR; Treinamento; Conscientização dos Funcionários; e Organização e limpeza.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESCOLHA DE UM CANTEIRO DE OBRA PARA AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS DE SEGURANÇA

A escolha do canteiro de obras se deu dentro do contexto de um conjunto habitacional localizado na Zona Oeste da Cidade de Manaus, precisamente no bairro Tarumã-Açú, cuja obra engloba a construção de 100 unidades de casas padrão, abrangendo cerca de 50 funcionários na construção civil. Conforme disposto na figura 2.

Figura 2 – Canteiro de Obra escolhido para o estudo



Fonte: Autoria própria (2021).

Considerando a localidade e a limitação de funcionários, o respectivo canteiro de obra foi escolhido devido a sua área de abrangência e as particularidades dadas a empresa executora da obra. As obras na localidade ocorrem com maior frequência, a área é distante do centro da cidade, contudo é considerado uma área promissora para as imobiliárias locais.

Nesse contexto, é possível observar todos os riscos englobados durante a execução das obras de construção, cuja finalidade é perceber quais são os fatores de riscos e quais as necessidades precisas do operador da construção. Considerando que, pode-se observar todas as etapas, visto que há residências em processo inicial de construção da obra, vide figura 3, abaixo.

Figura 3 – Processo inicial de construção de residência



Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme a Figura 3, a primeira etapa de execução da construtora em estudo refere-se ao projeto inicial (responsável por realizar todo o estudo do local, insumos, custos com mão-de obra, etc). Contudo, é possível perceber que mesmo que em panorama inicial, há uma preocupação com a disposição de equipamentos de proteção ao funcionário no canteiro de obras.

4.2. DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS EM CANTEIRO DE OBRAS

Os critérios de avaliação dos riscos em canteiro de obras são inúmeros, contudo, faz-se necessário avaliar a disposição de equipamentos e ferramentas de trabalho, compreendendo que, nesse nicho de serviço o funcionário carece estar devidamente equipado e a empresa, devidamente documentada.

Logo, ao analisar todos os documentos, a empresa possui os documentos PPRA como parte integrante da manutenção da saúde e integridade do trabalhador em campo e deve estar em consonância com o disposto em outras NRs, principalmente o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) previsto na NR-7. Tais documentos foram elaborados antes do processo de execução da atividade, cujo intuito é prevenir os funcionários dos riscos ambientais pertinentes a obra.

Quanto ao PCMSO foi gerado por uma empresa terceirizada que cuida especificamente da saúde ocupacional dos trabalhadores presentes no canteiro de obra escolhido. A disposição dessa documentação encontra-se na responsabilidade do Engenheiro Civil e do responsável de Saúde e Segurança do Trabalho.

Antes de qualquer trabalhador ser admitido na empresa, passa por um exame médico, exame admissional, que serve de base para exames subsequentes, todos esses exames são indispensáveis e são parte do PCMSO. Também são considerados

para o PCMSO os exames periódicos, de retorno de trabalho, de mudança de função e demissional.

De acordo com Silva (2018), os laudos tem como objetivo, investigar e descrever práticas insalubres e perigosas nas empresas.. Além da importância de comprovar os riscos existentes para evitar processos trabalhistas. São riscos insalubres: i) manuseamento de materiais tóxicos; (ii) prestação de serviços mediante ruído excessivo (empregados que conduzem máquinas pesadas); (iii) trabalhadores expostos ao calor. São riscos de periculosidade: (i) exposição a explosivos, inflamáveis e químicos nocivos (ii) riscos a integridade física.

Quando se refere ao Comunicado de Acidente do Trabalho (CAT), são realizados os seguintes procedimentos é um documento emitido para reconhecer tanto um acidente de trabalho ou de trajeto bem como uma doença ocupacional. Trata-se de informar à Previdência Social todos os acidentes de trabalho ocorridos com seus empregados. Tal documento é feito a partir da solicitação avinda da Instituição e saúde que atende o funcionário. Contudo, em caso de morte, a comunicação é imediata. Esse processo é realizado pelo Técnico de Segurança do Trabalho disposto na obra.

4.3. IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE RISCO NOS CANTEIROS AVALIADOS

Os riscos avaliados diante da execução de atividades dispostas no canteiro de obras variam dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Logo, consideremos a Figura 4, abaixo.

Figura 4 – Execução de atividade no canteiro de obra



Fonte: Autoria própria (2021).

Considerando o nível 1 – dos Riscos físicos relacionados a ruído, vibração, frio, calor, radiação ionizante e não ionizante, pressão do ar e umidade. São pertinentes ao calor da área, que devido a falta de vegetação fica úmido e arenoso.

Considerando o nível 2 – dos riscos químicos estão relacionados a poeira, neblina, névoas, gases, vapores, produtos químicos, fumos, substâncias compostas que possam ser inaladas. Logo, os produtos e materiais possuem uma alta composição química, estando os funcionários a disposição produtos químicos e poeira.

Considerando o nível 3 – dos riscos biológicos, causados agentes biológicos pode-se considerar fungos, protozoários, vírus, bactérias, parasitas, bacilos, entre outros, que podem causar danos à saúde desde infecção alimentar até tuberculose. Pode-se citar a alimentação nesse local, uma vez que devido a localização, dos funcionários se alimentam por marmita e ficam expostos a banheiros não tão higiênicos.

Considerando o nível 4 – dos riscos ergonômicos, pode-se destacar o esforço físico excessivo, ritmo exacerbado, longas jornadas de trabalho e levantamento de peso. Considerando que, o ritmo da obra é acelerado e gera muito levantamento de peso para transporte do material ou disposição deles.

Considerando o nível 5 – Riscos de acidentes, as máquinas sem proteção, ferramentas com defeito, falta de especificação adequada na matéria prima, armazenamento inadequado, falta de EPI, ou EPI inadequado. Logo, no momento de corte de cerâmica, construção do telhado, são alguns dos riscos dispostos nas atividades.

Contudo, é possível ver a disposição de equipamentos de proteção individual e coletiva nos armazéns da obra, conforme visto na Figura 5.

Figura 5 - Disposição de Equipamentos de Proteção Individual – EPI e Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC



Fonte: Autoria própria (2021).

Nesse sentido, foi possível perceber que os riscos eminentes a construção civil nesse canteiro de obra possui respaldo quanto a utilização de equipamentos de segurança e documentações para compreensão dos fatores de riscos considerados aos trabalhadores presentes. A empresa responsável pela gestão da obra, executa essa atividade com o máximo de cuidado, a fim de diminuir as chances de acidentes de trabalho no local. Além disso, a proporção de saúde e segurança no trabalho é fundamental para que se tenha efetividade tanto para o trabalho labora dos funcionários, quanto para obra em questão.

5. CONCLUSÕES

É notado que os objetivos pertinentes a esse estudo foram almeçados, considerando os riscos eminentes ao exercício das funções dispostas nos canteiros de obras e que todos os documentos pertinentes para execução assídua da obra são atendidos pela empresa responsável pela construção.

Logo, a hipótese disposta no contexto desse estudo mostra-se confirmada, considerando que, a Segurança do Trabalho visa minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como resguardar a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador. Deste modo, as medidas que se baseiam os procedimentos técnicos definidos pela Norma Regulamentadora – NR-18. dispõem das orientações básicas para prevenção dos riscos ocupacionais dos trabalhadores da construção civil, sendo então, utilizados Equipamentos de Proteção Individual – EPI; Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC; Proteção contra Incêndios; Sinalização de segurança; Análise Preliminar de Riscos – APR; treinamento; conscientização dos funcionários; e organização e limpeza.

Além disso, os documentos relacionados a pré-execução da obra são atendidos para que a empresa responsável da obra, possa se respaldar no que tange a legislação trabalhistas e normativas regulamentadoras da construção civil.

Portanto, para trabalhos futuros serão efetivados estudos sobre os processos de treinamento e estudos ergonômicos dispostos dentro do âmbito da construção civil, tais pontos são relevantes para que se considere o bem-estar do indivíduo trabalhador do canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

- [1] BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. Segurança do Trabalho na Construção Civil. São Paulo: Atlas, 2015.
- [2] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 1 (NR-1). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/nr-1>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [3] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 2 (NR-2). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-2-nr-2>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [4] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 3 (NR-3). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-3-nr-3>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [5] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 4 (NR-4). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-04.pdf>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [6] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 5 (NR-5). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-5-nr-5>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [7] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 6 (NR-6). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [8] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 7 (NR-7). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-7-nr-7>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [9] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 9 (NR-9). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-9-nr-9>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [10] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 12 (NR-12). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [11] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 18 (NR-18). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>>. Acesso em: 10 nov 2021.

especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 10 nov 2021.

[12] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 23 (NR-23). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-23-nr-23>>. Acesso em: 10 nov 2021.

[13] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 35 (NR-35). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-35-nr-35>>. Acesso em: 10 nov 2021.

[14] BRASIL. Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978. Brasília: Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, 1978.

[15] MAAS, Larissa; GRILLO, Luciane Peter; SANDRI, Juliana Vieira de Araújo. A SAÚDE E A SEGURANÇA DO TRABALHADOR SOB COMPETÊNCIA DE NORMAS REGULAMENTADORAS FRÁGEIS. Revista Brasileira de Tecnologias Sociais, v.5, n.1, 2018.

[16] MENDONÇA, Ericksen Dowell da Silva. A importância das normas regulamentadoras de segurança e medicina do trabalho das atividades do engenheiro agrimensor e seus auxiliares. TCC (Graduação em Engenharia de Agrimensura) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.

[17] SENA, C. G. O. A Importância da Segurança do Trabalho na Construção Civil. Trabalho de Conclusão de Curso, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica - Campus Ceres, GO, 2019.

[18] SILVA, Graziela Cândida da. Adicionais trabalhistas: insalubridade e periculosidade/ Graziela Cândida da Silva. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA - Assis, 2018.

Capítulo 9

BIM: A gestão de obras nas dimensões 4D e 5D

Onã Bruce de Castro

Resumo: A plataforma BIM é a modelagem da informação da construção, trata-se de uma nova tecnologia, com qual os projetos virtuais podem se aproximar ao máximo da realidade de construção, por conta da vasta quantidade de informações que essa ferramenta permite atrelar ao modelo. O gerenciamento de projeto (planejamento 4D) e custo (5D), permite que tem uma maior assertividade com o tempo da construção e com a gestão de custo da execução. O objetivo geral deste estudo é levantar as características do gerenciamento de obras na dimensão 4D e 5D e por meio de análise comparativa, identificar os benefícios com a implementação do BIM 4D e 5D em cada estágio de implementação. Foi utilizada a metodologia de levantamento e revisão bibliográfica buscando ampliar o conhecimento acerca do tema abordado, o que incluiu pesquisas virtuais, livros e artigos de profissionais da área. Os resultados mostraram que o método BIM aplicado ao planejamento propõe um novo sistema de gestão da construção que oferece muitas vantagens sobre os métodos tradicionais. A principal vantagem é a automação baseada em processos, que reduz o custo e o desperdício de tempo de execução do projeto.

Palavras-chave: BIM 4D. BIM 5D. Gerenciamento de obras. Planejamento de obras.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente estamos vivendo em um mercado na engenharia civil mais complexo e com o mercado cada vez mais competitivo, com a criação da Modelagem da Informação da Construção ou BIM deve ser vista como um novo paradigma de crescimento de empreendimento de construção abrangendo todas as etapas do seu ciclo de vida, desde os momentos iniciais de definição e concepção, passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação, construção até o uso com a manutenção e mesmo as reformas ou demolição. É um processo baseado em modelos paramétricos da edificação visando a inclusão de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados e que fomenta o trabalho adjunto entre as diversas especialidades envolvidas em todo o processo, do início ao fim.

O gerenciamento de projetos nos processos 4D e 5D em BIM, tem como foco uma visualização prática de planejamento e custo mais assertivo, unindo mais informações ao modelo 3D, agregando o fator tempo e custo no planejamento. Com isso, ganha-se muito em organização e agilidade.

Diante do que foi exposto o objetivo geral deste estudo é levantar as características do gerenciamento de obras na dimensão 4D e 5D e por meio de análise comparativa, identificar os benefícios com a implementação do BIM 4D e 5D em cada estágio de implementação.

Desta forma, pretende-se nesse artigo estudar os conceitos, fundamentos e aplicação dos modelos 4D e 5D em BIM, por meio de levantamento bibliográfico, buscando um conhecimento mais detalhado sobre gerenciamento 4D e custo 5D, essa nova tecnologia que auxilia o engenheiro e/ou o gestor da obra a solucionar problemas antecipadamente que podem ocorrer no projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. BIM

Modelagem de informações de construção é um método usado no campo da arquitetura, engenharia e construção (AEC). O BIM foi conceituado pela primeira vez como "um modelo digital que representa um produto que por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações desenvolvido pelo seu projeto". No entanto, apenas um computador doméstico com poder de processamento suficiente pode usar o software, e o termo é notoriamente infame (EASTMAN ET AL., 2014).

Para Succar (2008), "Building Information Modeling (BIM) é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que se combinam para gerar um método para gerenciar modelos de construção e testar seu desempenho, gerenciar suas informações e dados através de plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais) ao longo de todo o seu ciclo de vida".

O BIM é uma forma de criar modelos 3D inteligentes de projetos para facilitar o design, documentação, coordenação, simulação e visualização e melhorar a eficiência de obras. (AUTODESK, 2020)

Modelagem de informações de construção é o processo de criar um protótipo de projeto e simular sua construção para obter um melhor projeto, eliminar retrabalho, reduzir custos e resíduos de materiais e mão de obra. (BESONI, 2019)

Portanto, o BIM pode ser aplicado a todas as etapas do ciclo de vida de um edifício, desde a elaboração até o uso, manutenção e até demolição, ele pode ser usado para gerenciamento de uso corporativo e gerenciamento de manutenção, conforme mostrado na Figura 1. Por ser muito abrangente, muitas vezes torna-se difícil entender o que é o BIM no final das contas. (CBIC, 2016a)

Figura 1. BIM no ciclo de vida das edificações



Fonte: FIEMS, 2018.

2.2. BENEFÍCIOS DO BIM

O uso dessa tecnologia trouxe diversos benefícios, pois pode aprimorar e aprimorar as práticas utilizadas na indústria de AEC, e tem alcançado benefícios significativos ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento. (EASTMAN ET AL., 2014)

De acordo com Catelani (2016), além de fornecer a função de detecção automática de interferência espacial geográfica entre objetos, a modelagem 3D também pode visualizar com precisão o que está sendo projetado, não importa o quão complexa seja a instalação ou edifício. Ainda de acordo com o autor, a modelagem de informações pode gerar automaticamente projetos e relatórios (documentos), análise de projetos, planejamento, simulação, gerenciamento de instalações, etc., ela definitivamente permite que a equipe do projeto compreenda melhor a situação, tome as decisões adequadas e construa melhores edifícios.

Segundo (MARCOS et al., 2018), “A tecnologia BIM veio para promover integralidade e compatibilidade nas diversas fases de elaboração de um projeto, além de proporcionar uma melhor visualização geral e maior automação dos processos.”

Para corroborar que a integração entre os projetos é importante Praia (2019), diz que:

O processo de construção digital proporcionado pela tecnologia BIM possibilita a detecção de falhas e incongruências entre os projetos envolvidos que normalmente só seriam percebidas no canteiro de obras, dessa forma a aplicação do BIM proporciona a economia de gastos e a diminuição do custo final da obra. Ao mesmo tempo que os projetos feitos nessa plataforma acabam onerando o projeto, a minimização de erros e desperdícios acabam por diminuir o custo global da edificação.

2.3. DIMENSÕES DO BIM

Na engenharia civil e arquitetura, a complexidade do desempenho de edifícios mudou da forma tradicional 2D para um modelo digital 3D com associação de objetos e posterior orientação por meio de modelagem de objetos, com características geométricas, físicas e mecânicas, e até atributos comerciais como preço e o nome do fabricante (VENANCIO, 2015).

Como o uso do BIM continua a se expandir ao longo do ciclo de vida da construção, mais informações são adicionadas ao modelo 3D. Cada camada de informação agora pode ser entendida em uma dimensão, que pode ser 4D, 5D, 6D ou mesmo 8D onde cada uma tem uma função, que estão descritas abaixo.

3D BIM: Consolida projetos de construção no mesmo ambiente virtual, em três dimensões, utilizando todas as informações necessárias para a caracterização e posicionamento espacial dos elementos com recursos de detecção de conflito - que permite a análise de inconsistências e conformidade do projeto (MATTOS, 2014).

Garibaldi (2020) afirma que o uso de dispositivos de ponta para replicar esses modelos digitais de edificações permite lidar com os detalhes gráficos do projeto, garantindo uma renderização realista da aparência estética e excelente adesão geométrica dos elementos formados.

4D BIM: usado para atividades relacionadas ao planejamento de canteiros de obras. A quarta dimensão do BIM adiciona uma proporção de tempo e promove aos participantes extrair e visualizar o progresso de suas atividades ao longo do ciclo de vida do projeto. Segundo Hamed (2015), o uso da tecnologia 4D BIM pode comandar melhor a complexidade da detecção de conflitos ou mudanças que ocorrem durante os projetos de construção. 4D BIM fornece meios para gerenciar e visualizar informações sobre o estado da construção, impactos de mudanças e comunicação de suporte em várias situações, como notificação ao pessoal da construção ou advertência de perigos.

BIM 5D: Esta dimensão trata das informações de custos, aplicação de recursos e resultado no orçamento de cada etapa da obra, conforme descrito por Gupta (2014). De acordo com Eastman et al. (2014), o modelo BIM prevê uma quantidade mais precisa, e então gera um orçamento com maior fidelidade e conseqüente segurança para os profissionais responsáveis, que é a maior vantagem que o modelo 5D pode proporcionar.

BIM 6D: Segundo Garibaldi (2020), o 6D BIM tem como foco a sustentabilidade dos ativos. Os dados retirados nesta proporção podem inserir informações do fabricante, planos de revisão, detalhes de como o projeto deve ser disposto e operado para atingir o desempenho ideal, expectativa de vida e dados de desativação. Melhores decisões podem ser tomadas, por exemplo, em ativos que têm uma produção mais longa e maior significado econômico. Usando esse nível de informações no modelo, podendo planejar atividades de correção com antecedência.

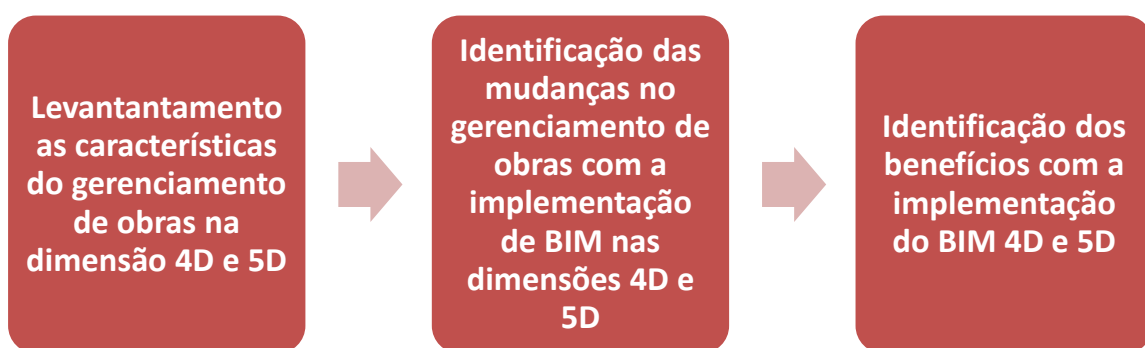
BIM 7D: a classificação em 7D está relacionada à gestão de manutenção. O 7D-BIM é utilizado, segundo Hamed (2015), pelos dirigentes na operação e manutenção das instalações durante todo o seu ciclo de vida. A sétima dimensão do BIM possibilita que os participantes para extrair e rastrear dados de ativos relevantes, tais como status do componente, especificações, manutenção e manuais de operação, datas de garantia, entre outros. Segundo Kamadeen (2010), um modelo 7D permite ao projetista analisar os níveis de carbono de cada elemento da construção, bem como seu desempenho energético para a tomada de decisão.

BIM 8D: Adiciona a dimensão “segurança” ao modelo, por meio de indicadores de riscos, prevendo os processos construtivo e operacional (SMITH, 2014).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Foi utilizada a metodologia de levantamento e revisão bibliográfica buscando ampliar o conhecimento acerca do tema abordado, o que incluiu pesquisas virtuais, livros e artigos de profissionais da área. A pesquisa teve caráter de natureza básica, abordagem qualitativa, objetivo exploratório e método de coleta de dados. A seguir são apresentadas as etapas do estudo na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DO GERENCIAMENTO DE OBRAS NA DIMENSÃO 4D E 5D

As características do gerenciamento em 4D e 5D em BIM, funciona como construção inteligente, pois com essas ferramentas, tem uma maior assertividade no planejamento e no custo da obra.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS MUDANÇAS NO GERENCIAMENTO DE OBRAS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NAS DIMENSÕES 4D E 5D

As mudanças são notórias, como uma melhor definição de controle da obra, e pode fazer várias simulações do projeto, com isso vai encontrar o melhor caminho para o planejamento da obra em relação ao tempo e o custo.

3.3. IDENTIFICAÇÃO DOS BENEFÍCIOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM 4D E 5D

Os benefícios com a implementação do BIM 4D e 5D na construção, tem como foco principal reduzir o tempo e o custo da obra.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DO GERENCIAMENTO DE OBRAS NA DIMENSÃO 4D E 5D

Cada empresa utiliza o BIM à sua maneira, com uma fase específica de desenvolvimento do modelo. Nesta seção, serão publicadas algumas sugestões disponíveis na literatura, com o objetivo de prever as dificuldades e desafios que serão encontrados neste trabalho e determinar a melhor solução a ser adotada.

Além do BIM-3D, a dimensão BIM 4D também inclui a atribuição de variáveis de tempo ao modelo 3D por meio de um cronograma (US GENERAL SERVICES ADMINISTRATION, 2009), alcançando assim a coordenação geral do projeto para todo o edifício (ZHYZHNEUSKI & BABIC, 2011).

Os modelos 4D trazem uma nova abordagem ao planejamento e controle de obra, na qual se registram os seguintes benefícios na visualização dos projetos (WANG, *et al.*, 2004):

- Exploração de cenários “what-if” antes da execução de trabalhos (Jongeling & Olofsson, 2007b);
- Analisar e visualizar projetos como forma de apoio à decisão, na análise de viabilidade do projeto e nas operações da construção;
- Desenvolver estimativas e gerir recursos;
- Otimização logística e espacial do estaleiro;
- Formação de trabalhadores e planejadores inexperientes (H. Sousa & Monteiro, 2011).

Esses modelos BIM-4D permitem sequenciar a construção de forma eficiente, coordenar a ordem dos materiais, processos de fabricação e especificar o tempo de entrega de todos os componentes da construção (AZHAR, 2011; SILVA, 2013).

A dimensão 4D também permite que os construtores projetem e determinem onde as pessoas, trabalhadores, materiais e equipamentos estarão localizados e quanto tempo irão durar no tempo e no espaço, e então conduzam de forma apropriada (AKINCI, FISCHER & KUNZ, 2002).

Essa dimensão inclui modelagem conceitual e planejamento de custos em tempo real, que são extraídos automaticamente por ferramentas de computador e atualizados quando ocorrem quaisquer mudanças no modelo, e vários cenários hipotéticos para estimativa de custo detalhada podem ser estudados. O suporte determina as várias soluções construtivas a escolher, agregando valor à Engenharia no seu processo de entrega do produto (AZHAR, 2011).

Tal como foi referido anteriormente nas dimensões BIM, o BIM-4D consiste na adição do tempo ao modelo 3D paramétrico.

O modelo BIM-4D demonstra a evolução da construção ao longo do tempo, combinando atividades de construção com elementos arquitetônicos que apoiam as atividades (US GENERAL SERVICES ADMINISTRATION, 2009).

A ferramenta BIM inclui as etapas de elaboração e construção para controlar a produtividade no canteiro de obras e apoiar as decisões que devem ser tomadas nessas duas fases de uma forma que o modelo suporte rapidamente (TRIMBLE, 2015).

De acordo com as diretrizes do COBIM (2012), o planejamento BIM (4D) visa complementar o cronograma de execução e controlar diversas questões como a precisão do cronograma.

O plano de construção pode ser realizado como um modelo de visualização estática gerado a partir do modelo BIM-4D, com diferentes distribuições de cores, representando os códigos dos elementos de construção de cada implantação e diferentes tempos de gerenciamento da construção (COBIM, 2012).

Já o conceito BIM-5D consiste na adição da função tempo e custo ao modelo tridimensional (MUBARAK, 2015). A adição desta componente torna possível o cálculo e estimativa do custo da globalidade do investimento, assim como os custos parciais de projeto se necessário (ZHYZHNEUSKI & BABIC, 2011).

O principal objetivo do uso do BIM 5D é permitir que os modelos BIM gerenciem automaticamente todos os custos e sua representação em função do tempo. Uma vez que a ambiguidade gerada pela utilização do modelo CAD e consulta às informações externas do modelo é reduzida, além de melhorar a precisão da quantidade extraída, também pode reduzir imediatamente o tempo consumido nesta fase de projeto (KAMARDEEN, 2010).

A quantificação de custos é um processo demorado e trabalhoso, sujeito a erro humano, e o esquecimento de alguns deles pode colocar o projeto em risco. Como um intensificador de informações, o BIM pode acelerar esses processos devido à capacidade de extrair custos automaticamente, proteger até 40% das revisões de custos e usar métodos tradicionais para reduzir o tempo gasto em projetos em até 7%, facilitando assim a decisão do arquiteto / proprietário do edifício (AZHAR, 2011).

4.2. MUDANÇAS NO GERENCIAMENTO DE OBRAS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM NAS DIMENSÕES 4D E 5D

O método BIM representa um novo método de desenho de projetos, no qual todas as especificações exigidas pelo gerente de projetos e do processo de negócio envolvendo o projeto, construção, gerenciamento e manutenção são inseridas no modelo tridimensional (BARISON, 2016). Além disso, ao mesmo tempo, garantir que todas as pessoas envolvidas no projeto tenham acesso a modelos e informações. Dessa forma, todos os profissionais podem extrair e analisar informações, como cronogramas e orçamentos, além de evitar falhas de comunicação, também contribui para a melhoria do projeto (MANZIONE, 2013).

O BIM é um dos desenvolvimentos mais promissores em AEC e gerenciamento de instalações nos últimos anos e tem recebido muitas pesquisas nas últimas décadas. Uma extensa pesquisa na academia e na indústria trouxe muitas ferramentas BIM poderosas e práticas para análise, projeto e design de detalhes. A abordagem BIM é dedicada a atualizar as práticas de design e envolve a geração de desenhos 2D para mecanismos de informação baseados em objetos 3D. Tornou-se uma questão cada vez mais importante na indústria da construção, que enfrenta obstáculos e desafios na melhoria da produtividade, eficiência, qualidade e desenvolvimento sustentável (MIHINDU, ARAYICI, 2008)

O emprego de programas de computador baseados em BIM podem ser usados por grandes e pequenas empresas como soluções para vários problemas apontam que para as empresas que implementam o método BIM, os métodos de trabalho dessas construtoras precisam passar por mudanças consideráveis, que requerem treinamento, contratação de pessoas que entendam o método e mudanças no processo de trabalho (COELHO, 2017).

Vários autores introduziram métodos para implementar o método BIM. Alguns desses métodos enfatizam a experiência e a prática direta, enquanto outros enfatizam a importância de incorporar conceitos no nível de estratégia corporativa. No entanto, Souza *et al.* (2016), enfatizam que a escolha da estrutura de implementação deve seguir às características da empresa, como a conduta da empresa, os tipos de serviços prestados e os produtos entregues. Além disso, a adesão de sistemas de informação como o BIM e o Sistema de Informação Gráfica (SIG) está ligada à compatibilidade e interoperabilidade com pacotes de software necessários para diferentes tarefas, o que retarda a adoção desses sistemas.

De acordo com Venâncio (2015), múltiplos benefícios decorrem da implementação da metodologia BIM, seja na fase do planejamento ou da construção em si. Esses benefícios contribuem para um acréscimo na qualidade, produtividade e controle de informações. Destaca-se a facilitação de uma busca baseada nas oposições entre os projetos de especialidade, o que diminui possíveis solicitações de informações na fase de obra, além de expandir a qualidade do projeto; diminuição na margem de erro e aceleração dos cálculos orçamentários; visualização tridimensional, o que garante um aprimoramento na compreensão do projeto; possibilidade de testes e artifícios de diversos aspectos, ainda na fase de projeto; redução do impacto ambiental em função da agregação e otimização do projeto; constantes atualizações no modelo durante várias fases do ciclo de vida de uma edificação.

4.3. BENEFÍCIOS COM A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM 4D E 5D

De acordo com os autores do "Manual BIM" (EASTMAN, *et al.*, 2014), as ferramentas 4D BIM fornecem aos profissionais de AEC várias vantagens sobre os métodos de planejamento tradicionais.

As simulações e associações geradas pelas ferramentas 4D de software de gestão de construção trazem inúmeros benefícios ao usuário da plataforma, pois renunciam ao planejamento limitado das informações físicas do projeto contidas apenas nas planilhas de gerenciamento, em detrimento do planejamento visual do projeto. trabalho que usa a geração automática de planilhas de dados conforme o projeto ou atividade muda, o que por sua vez reduz as falhas de planejamento físico.

Vale ressaltar que outra vantagem do uso do BIM 4D para o planejamento e gerenciamento da produção é que os problemas podem ser previstos, e esses problemas só podem ser visualizados quando a atividade está em andamento. Isso se deve às interferências causadas pela falta de compatibilidade entre diferentes projetos durante a execução do projeto de simulação 3D, e até mesmo pela diferença entre o tamanho e execução do projeto ou a falta de planejamento para a implantação de estruturas temporárias como cercas antes que o trabalho em si comece isso permite que o engenheiro responsável tenha mais tempo para resolver tais problemas e evitar possíveis retrabalhos causados por tais falhas.

O BIM 4D também permite o uso de animação para demonstrar a simulação virtual do edifício, visualizando assim toda a série temporal da obra, como um todo, ajudando a otimizar a execução da obra (ANTUNES, 2013, p. 47). Além disso, essas animações são muito eficazes para apresentar o trabalho a funcionários e clientes finais, podendo até ser utilizadas para trabalhos de publicidade e divulgação, a exemplo de alguns escritórios de engenharia que já possuem experiência no uso dessas ferramentas.

As ferramentas de gestão da produção 4D podem importar modelos para sistemas CAD ou BIM. No entanto, EASTMAN, *et al.* (2014) apontaram que na maioria dos casos, a informação extraída é limitada a figuras geométricas e elementos ou atributos mínimos como nome, cor, grupo e nível. Cada tarefa no modelo é atribuída a um tipo de construção (construção, demolição ou serviço temporário) ou comportamento visual, como elementos temporários (elementos do local) que só podem aparecer durante um período específico da simulação (BIOTTO, 2012).

A ferramenta de análise de modelo BIM 4D combina métodos construtivos, espaço, uso de recursos e informações de produtividade para permitir que os planejadores ajustem a sequência de atividades (BIOTTO, 2012).

Já em relação a modelagem 5D, que consiste na adição dos custos à modelagem 4D, sendo assim a ferramenta ou simulação resultante deve integrar o modelo 3D, o cronograma físico e os custos ao longo do tempo.

Os benefícios da modelagem 5D são incorporados ao processo, destacando as etapas para extrair quantidades para o orçamento. Quando um grande número de modelos BIM é extraído com fidelidade suficiente, a precisão da medição é maior e o orçamento é mais preciso (EASTMAN, *et al.*, 2014).

De acordo com Anderle (2017), os benefícios gerados pela utilização da simulação 5D estão:

- Atualização automática das estimativas de custo, quando existirem alterações;

- Maior controle dos custos;
- Apresentação de cronograma físico-financeiro para leigos;
- Projeção e comparação entre cenários;
- Ferramenta para tomada de decisão.

5. CONCLUSÃO

O método BIM aplicado ao planejamento propõe um novo sistema de gestão da construção que oferece muitas vantagens sobre os métodos tradicionais. A principal vantagem é a automação baseada em processos, que reduz o custo e o desperdício de tempo de execução do projeto. Os estudos de caso realizados comprovam que a automação reduz atividades que não agregam valor ao projeto, como a quantificação manual de componentes estruturais, e reduz desvios comuns na indústria. A visualização gerada pelo modelo também pode prever a tomada de decisões, o que pode ser comprovado na experiência do canteiro de obras, o que acarretará perda de tempo de produção e desperdício de retrabalho em situações que às vezes não podem ser resolvidas.

Portanto, por fim, enfatizou-se a importância de novas pesquisas sobre os temas apresentados neste trabalho, a fim de estabelecer uma base de dados confiável relacionada ao método BIM no país e qualificar a população que trabalha no setor para implementar essa Tecnologia emergente no mercado. Em seguida, recomenda-se a realização de oficinas, complementar disciplinas de graduação e estimular a qualificação dos alunos pelas instituições de ensino.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDERLE, E. Análise do processo de modelagem 5D (BIM): Estudo de caso de uma residência unifamiliar. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177246/EAAF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- [2] ANTUNES, J. M. P. Interoperacionalidade em Sistemas de Informação. 2013. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2013.
- [3] AUTODESK. Primeiros passos com o bim em engenharia civil. 2020.
- [4] AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering, 2011.
- [5] BARISON, B. Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista. São Paulo: USP, 2016.
- [6] BIOTTO, C. N. Método para projeto e planejamento de sistemas de produção na construção civil com uso de modelagem BIM 4D. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [7] CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. Normas Brasileiras sobre BIM. Concreto & Construção, v. 84, p. 54–59, 2016.
- [8] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Fundamentos BIM: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção, v. 1, p. 124, 2016a..

- [9] COBIM. Series 13 BIM construction. 2012. Disponível em: <https://asiakas.kotisivukone.com/files/en.buildingsmart.kotisivukone.com/COBIM2012/cobim_1_general_requirements_v1.pdf>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- [10] COELHO, M. K. A implementação e o uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura. São Paulo: USP, 2017.
- [11] EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2014. p. 145-146.
- [12] GARIBALDI, Gabriela. Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM. 2020. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>>. Acesso em 19 nov. de 2021.
- [13] HAMED, Luciano. BIM do 3D ao 7D. 2015. Disponível em: <<https://hashtagbim.wordpress.com/>>. Acesso em 19 nov. de 2021.
- [14] KAMARDEEN, I. 8D BIM modelling tool for accident prevention through design. Association of Researchers in Construction Management. Leeds, UK, p. 9. 2010.
- [15] MANZIONE, L. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão de processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. São Paulo: USP, 2013.
- [16] GUTH, A. M., SILVA, F. G. L., MENEZES, M. S., DA SILVA, S. V., DE SOUZA, V. V., & SANTOS, D. B. Tecnologia bim e sua aplicação na construção civil para compatibilização de projetos introdução: Novas tecnologias surgem a todo momento em diversas partes do mundo com o objetivo de tornar cada vez mais práticas atividades que anteriormente exigiam esfor. Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia, v. 7, n. 1, p. 80-87, 2018.
- [17] MATTOS, A.D. BIM 3D, 4D, 5D e 6D. Pini Blogs: Engenharia de custos, São Paulo, p.[1-6], 17 dez.2014. Disponível em:< <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 19 de nov. de 2021.
- [18] MIHINDU, S; ARAYICI, Y. Digital construction through BIM systems will drive the Re-engineering of construction business practices. International Conference Visualisation, United Kingdom, p. 29 -34, 2008.
- [19] MUBARAK, S. Construction Project Scheduling And Control Hoboken, New Jersey.: JohnWiley & Sons, Inc. All. 2015.
- [20] PRAIA, P. A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso. p. 180, 2019.
- [21] SILVA, J. Princípios para o Desenvolvimento de Projeto com Recurso a Ferramentas BIM. 2013.
- [22] SMITH, P. BIM implementation - global strategies. Procedia Engineering, v.85, p.482-492. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814019419>>. Acesso em 15 nov. 2021.
- [23] SOUZA, R. F; MARTINS, L.S.; MONNERAT, P. L. O uso do software revit na construção civil. Anais VIII SIMPAC, Minas Gerais, vol. 08, n. 01, p. 650-656, 2016.
- [24] SUCCAR, B. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, 2008.
- [25] TRIMBLE. What Does 4D BIM Mean to YOU? 2015.
- [26] U.S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. GSA Building Information Modeling Guides Series 05: Energy Performance. Washington, USA: GSA, 2012.
- [27] VENÂNCIO, M. J. Avaliação da Implementação de BIM – Building Information modeling em Portugal. 2015. 374 p. Dissertação (mestrado) - Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto.
- [28] ZHYZHNEUSKI, A.; BABIC, M. N. Development and use of Building Information Model. 2011.
- [29] WANG, H. J., ZHANG, J. P., CHAU, K. W., & ANSON, M. 4D-Based Construction Management for Construction Planning and Resource Utilization. Automation in Construction, v.13, n.5, p.575–589. 2004.

Capítulo 10

Sustentabilidade em condomínios residenciais

Paulo Afonso Cabral Bezerra

Resumo: A sustentabilidade se trata de um conjunto de estratégias, ideias e demais atitudes ecologicamente corretas e economicamente viáveis, que tem por objetivo suprir as necessidades do presente sem afetar as gerações futuras. Os condomínios residenciais vêm buscando minimizar os impactos no meio ambiente, abordando uma gama de objetivos e evitando os desperdícios de recursos, poluição do ar e água, tentando contornar os desequilíbrios causados nos meios ambientais e sociais. Por essa razão, o objetivo do artigo é identificar as principais soluções básicas para um condomínio ser sustentável visando o retorno financeiro, por meio de análise documental buscando identificar critérios para a especificação e avaliação das soluções. Em seguida, demonstrando as soluções por meio de certificações ambientais, foram estabelecidos critérios e avaliações quanto a aplicabilidade. Por fim, foi relacionado avaliar a viabilidade técnica e econômica das soluções, por meio de análises bibliográficas e estudo da demanda de recursos e indicadores, determinando a caracterização das soluções sustentáveis. Espera-se deste trabalho analisar os retornos econômicos obtidos por meio da implementação sustentável, visando a eficiência e maximizando os impactos positivos e minimizando os negativos no meio ambiente e meio social.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Certificações. Meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade simboliza uma abordagem harmônica com o meio ambiente, que vai desde construção e pós-construção. Os condomínios residenciais buscam minimizar os impactos no meio, para atingir esses objetivos, tornando algumas medidas preventivas para evitar os desperdícios de recursos, poluição do ar, água e tudo que possa causar desequilíbrios ambientais e sociais. Ações simples como uma destinação correta de resíduos à uso racional de água e energia elétrica. Na preservação pela sustentabilidade do meio ambiente, é fundamental que a população consiga de forma consciente, reduzir consumos excessivos como a água.

O objetivo deste trabalho é compreender as soluções básicas para um condomínio ser sustentável visando o retorno financeiro, por meio de análise documental busca-se identificar critérios para a especificação e avaliação das soluções. Em seguida, pretende-se demonstrar soluções adentrando as certificações ambientais, por meio de critérios estabelecidos e avaliação de aplicabilidade. Por fim, busca-se avaliar a viabilidade técnica e econômica das soluções, por meio de análises demanda de recursos e indicadores, determinando a caracterização das soluções sustentáveis.

A construção sustentável é um ideal perfeito que almeja a autossuficiência ou mesmo a autossustentabilidade que é seu ponto mais alto, que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ideia de um condomínio sustentável trás o conceito de que podemos fazer mudanças, se todos fizerem sua parte, isso pode trazer resultados positivos em geral. O desenvolvimento de condomínios voltados para o meio ambiente permite o uso dos recursos naturais de forma consciente e sustentável, para um condomínio ser considerado sustentável, devem ser abordadas e priorizadas soluções que ajudem a proteger os recursos naturais e que mitiguem o impacto ambiental.

Os condomínios residenciais vêm buscando minimizar os impactos no meio ambiente, abordando uma gama de objetivos e evitando os desperdícios de recursos, poluição do ar e água, tentando contornar os desequilíbrios causados nos meios ambientais e sociais. O reuso de água pluviais possui diversas vertentes, desde o seu uso para lavagem de pátios e varandas, quanto para lavagem de carro, irrigação de plantas e reuso em descargas de vasos sanitários.

O objetivo desse trabalho é compreender as soluções básicas para um condomínio ser sustentável visando o retorno financeiro, por meio de análise documental busca-se identificar critérios para a especificação e avaliação das soluções.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para a realização deste trabalho, será feita a compreensão do problema a partir de revisão bibliográfica sistemática das certificações ambientais, apresentando as características, requisitos e diretrizes tendo como base as informações todas as informações disponíveis como referência.

3.1. LEVANTAMENTO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Pretende-se levantar soluções sustentáveis para condomínios residenciais. Por meio de análise documental, identificar os critérios para especificar as soluções de implementação.

3.2. DETERMINAÇÃO DE SOLUÇÕES QUE ATENDEM AOS CERTIFICADOS AMBIENTAIS BRASILEIROS

Com o auxílio dos certificados ambientais foi feito um estudo demonstrando os meios possíveis para a aplicação das soluções, baseado nas estruturas, foi feito um estudo para implementação visando as áreas sociais e ambientais.

3.3. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Por meio de análises de demanda de recursos, pode-se determinar as soluções básicas para caracterizar o condomínio sustentável, a avaliação identificou as prioridades ambientais procurando adotar práticas mais eficientes, contudo, observando o retorno econômico a longo prazo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos podem sanar dúvidas quanto

4.1. LEVANTAMENTO DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A água da chuva pode ser usada após ser coletada e tratada, pode ser usada como irrigação de plantas, descargas de vasos sanitários, lava-jato, lavar pisos. Os reservatórios podem armazenar grandes quantidades de água para beneficiar uma família toda. O procedimento ocorre por meio de captação da água da chuva, utilizando os telhados, calhas com separador de folhas e um barril com filtro para retirar as impurezas, tem-se a estrutura completa e com o auxílio de um balde ou de um sistema com registro na parte inferior dos reservatórios, pode usar essa água para diversos fins.

4.2. DETERMINAÇÃO DE SOLUÇÕES QUE ATENDEM AOS CERTIFICADOS AMBIENTAIS BRASILEIROS

A implementação da solução sustentável foi adaptada conforme a certificação - Water Efficiency – LEED. Por meio da certificação utilizando sua estrutura e forma de implementação foram obtidos satisfatórios resultados.

Descrever os resultados alcançados e nesta etapa baseando-se nos resultados esperados da estrutura de objetivo operacionalizado do objetivo específico 2. (caso tenham tabelas, figuras e equações, usar a formação já descrita no item 2.). Fazer discussões pertinentes baseando-se na literatura pesquisada para a fundamentação teórica.

4.3. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DAS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Com base nos resultados obtidos, a implementação do sistema eficiente de captação de água fluvial foi capaz de reduzir em 50% o consumo de água potável. Os resultados são satisfatórios e ocorreu um retorno positivo.

5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no assunto exposto no estudo, pode-se perceber a importância da sustentabilidade e o uso consciente dos recursos disponíveis. É importante saber preservar e utilizar cada meio para que não ocorra um desequilíbrio.

Esse estudo teve como objetivo geral buscar soluções sustentáveis para sua utilização em condomínios sustentáveis, visando economia a longo prazo. Atentando quanto às técnicas de implementação e seguir os meios competentes que é a certificação ambiental LEED.

REFERÊNCIAS

- [1] Silva, Ana Regina da Rocha. Estudo e avaliação de soluções sustentáveis. Diss. 2019.
- [2] PEINADO, ELAINE SEFRAN, et al. "Emprego de certificações de sustentabilidade em condomínios por administração: viabilidade financeira." (2016).
- [3] Ferreira, Renato Aparecido, and Jairo Afonso Henkes. "Uma análise sobre a sustentabilidade em um condomínio residencial." *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental* 7.4 (2018): 810-836.

Capítulo 11

Análise do processo de licenciamento ambiental para implantação de complexos habitacionais multifamiliares na cidade de Manaus submetidos ao IPAAM

Pedro Henrique Rufino de Souza

Resumo: O período decorrido para a conclusão do processo de licenciamento ambiental da construção civil costuma ser um transtorno em muitos empreendimentos, impedindo o início das obras e dificultando a captação de recursos financeiros. No caso da implantação de complexos habitacionais multifamiliares, localizados na cidade de Manaus, estes empreendimentos podem vir a ser licenciados pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM ou pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMMAS. Esta pesquisa teve como objetivo desta a análise dos procedimentos necessários para o licenciamento ambiental para implantação destes empreendimentos quando submetidos ao IPAAM, por meio do mapeamento de fluxo do processo, buscando identificar formas de otimizar estes procedimentos. Por meio do levantamento das etapas do processo de licenciamento ambiental destes empreendimentos, identificando os itens que compõem sua análise técnica e os fatores que causam com maior frequência a demora na conclusão desta análise. Visando propor uma forma de facilitar o entendimento dos empreendedores sobre o processo de licenciamento e agilizar a análise técnica destes processos. A solução proposta, é uma orientação mais profunda sobre a documentação e material técnico necessário para concessão de licença ambiental, fornecendo aos interessados em obter uma Licença Ambiental, um termo de referência que demonstre as diretrizes que cada projeto precisa seguir para que seja feita sua análise, também informando os casos em que tais projetos precisem de aprovação de outros órgãos.

Palavras-chave: Análise. Licenciamento. Ambiental. Processo.

1. INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental da construção civil tem como objetivo, evitar ou ao menos minimizar os danos ambientais causados pela, implantação, manutenção e operação de obras residenciais, industriais ou públicas.

Na implantação de complexos habitacionais multifamiliares localizados na cidade de Manaus, o licenciamento ambiental é uma etapa crítica, pois precede o início das obras, portanto qualquer atraso no processo de licenciamento acarretará em um atraso no prazo para implantação do empreendimento. Inclusive sendo uma preocupação durante toda a obra, pois se os serviços forem executados de forma diferente ou se estiverem causando um dano ambiental fora do previsto no ato de solicitação da licença ambiental, isto pode causar a paralisação das obras e até mesmo um conflito judicial.

Diante destas considerações, o objetivo geral deste trabalho é analisar o procedimento de licenciamento ambiental para implantação destes complexos habitacionais multifamiliares, localizados na cidade de Manaus, submetidos ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM, buscando mapear o fluxo deste procedimento e propor soluções que possibilitem maior celeridade nesse processo.

Este artigo tem sua importância para o meio acadêmico, pois apresenta os itens mais relevantes para a análise ambiental, quando a solicitação de licença de instalação dos empreendimentos supracitados, fornecendo esclarecimentos sobre a apresentação dos projetos de drenagem pluvial, abastecimento de água, sistema de tratamento de esgoto, plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil, projeto e memória descritivo arquitetônico. Com base na Lei Estadual nº 3.785 e nas NBRs referentes a cada um destes projetos e nos termos de referência fornecidos pelo IPAAM.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme, Lei Estadual nº 3.785 de 24 de julho de 2012, que dispõe sobre o licenciamento ambiental no estado do Amazonas:

Art. 3.º Ficam sujeitos ao prévio licenciamento pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis, observadas as atribuições legais estabelecidas na Lei Complementar n. 140/2011, a construção, instalação, ampliação, derivação, reforma, recuperação, operação e funcionamento de atividades poluidoras, utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivamente ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

§ 1.º Caberá ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM fixar critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos para avaliação de impactos ambientais para fins de licenciamento ambiental, respeitadas as legislações federal e estadual vigentes.

Na construção civil estas atividades variam de obras de infraestrutura, como rodovias e canais de drenagem, até obras comerciais e residenciais como shopping center e complexos habitacionais.

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM fornece em seu site, os Termos de Referência, contendo a documentação necessária para formalizar um processo de licenciamento ambiental das atividades mencionadas na Lei nº 3.785.

Estes Termos de Referência contém a documentação administrativa e material técnico necessário para abertura de um processo junto ao IPAAM.

2.2. REQUISITOS BÁSICOS NECESSÁRIOS PARA SOLICITAÇÃO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O IPAAM define como documentação técnica básica e complementar para solicitação de licença de instalação os documentos apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1. Requisitos para Licença de Instalação de Complexos Habitacionais e similares.

RB	Memorial Descritivo, conforme Termo de Referência IPAAM.
RB	Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pela elaboração do Memorial Descritivo.
RB	Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme Termo de Referência IPAAM.
RB	Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pela elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme Termo de referência IPAAM.
RC	Projeto de Terraplenagem, se houver.
RC	Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pela elaboração do Projeto de Terraplenagem, se houver.
RC	Projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto Doméstico/sanitário, aprovado pela companhia de água e esgoto, se houver.
RC	Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do responsável pela elaboração do Projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto Doméstico/sanitário, se houver.

Fonte: Requisitos Técnicos Licenciamento Ambiental-IPAAM versão 2020.1

Os Requisitos Básicos – RB são aqueles exigidos em todo tipo de empreendimento de construção civil, sendo assim também são exigidos no ato de formalização de um novo processo, sem ao menos esse material básico a sua solicitação não é aceita pelo IPAAM pois não haveria material técnico suficiente para uma análise mínima do empreendimento.

Os Requisitos Complementares – RC são compostos pelo material técnico mais específico para cada tipo de empreendimento. No caso dos complexos habitacionais, os projetos e memoriais descritivos do sistema esgoto, abastecimento de água, drenagem de águas pluviais e terraplenagem são fundamentais para possibilitar uma visão mais clara das estruturas que compõem do empreendimento objeto da solicitação.

2.3. LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE COMPLEXOS HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES

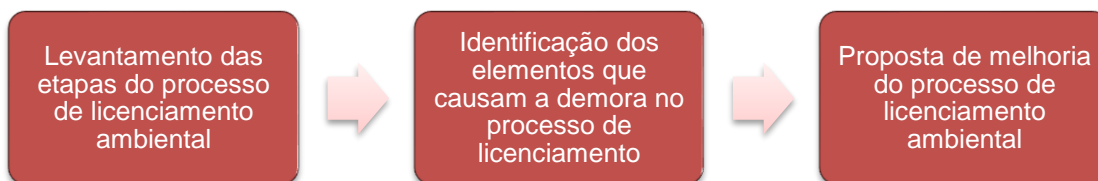
Este tipo de empreendimento é contido no código “2311 - Complexos habitacionais e similares”, sendo enquadrado como tendo um grande Potencial Poluidor/Degradador – PPD.

Os requisitos complementares que são solicitados no caso dos complexos habitacionais são os projetos e memoriais descritivos do sistema esgoto, abastecimento de água, drenagem de águas pluviais e terraplenagem, a apresentação desses projetos fornece ao técnico ambiental uma visão mais clara do empreendimento em análise.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Está pesquisa é baseada no período de estágio decorrido entre o mês de março de 2021 a novembro deste mesmo ano, neste período pude auxiliar na análise do licenciamento ambiental para instalação de complexos habitacionais multifamiliares localizados na cidade de Manaus, submetidos ao IPAAM, de acordo com a Lei Estadual nº 3.785, de 24 de julho de 2012. A pesquisa está dividida como mostra a Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. ETAPA 1

Foram levantadas as etapas que compõem o processo de licenciamento ambiental por meio de fluxograma, partindo da entrega da documentação por parte do interessado, até a conclusão da análise que cabe ao técnico ambiental.

3.2. ETAPA 2

Identificação dos itens que causam com mais frequência a demora na conclusão da análise técnica da documentação que compõem o processo de licenciamento ambiental.

3.3. ETAPA 3

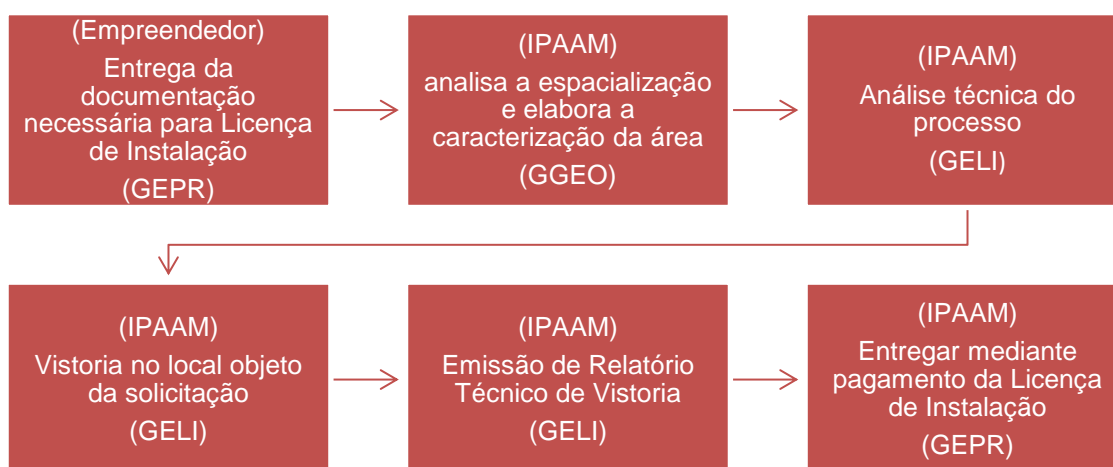
Proposta de solução para redução do tempo de análise do licenciamento destes empreendimentos, visando facilitar e agilizar a análise técnica destes processos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RESULTADOS DA ETAPA 1

No IPAAM, a tramitação se inicia na Gerencia de Protocolos (GEPR) que recebe toda a documentação necessária para abertura de um processo de licenciamento ambiental, em seguida o processo segue para a Gerencia de Geoprocessamento (GGEO) onde é analisada a espacialização da área, depois o processo é encaminhado a Gerencia de Licenciamento Industrial (GELI), que analisa o material técnico e faz vistoria no local referente à instalação do empreendimento, sendo esta a análise responsável por deferir ou não a solicitação de licença ambiental conforme Figura 2.

Figura 2. Etapas do licenciamento de obras de construção civil



Fonte: Autoria Própria (2021).

Na etapa de análise da espacialização da área o técnico de geoprocessamento busca identificar se o imóvel interfere em:

- Corpo hídrico no imóvel ou nas proximidades capaz de gerar uma Área de Preservação Permanente – APP no interior do lote;
- Situação fundiária do imóvel “se invade área fora de sua posse segundo registro de imóvel”;
- Unidade de Conservação municipal, estadual, federal ou terras indígenas;
- Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação estadual ou federal;
- Pontos de sítios arqueológicos listados pelo IPHAN;
- Áreas restritas constantes em base vetorial do IPAAM ou IBAMA;
- Áreas de distribuição do Sauim de Coleira (*Saguinus bicolor*).

Como resultado de sua análise é formulado um parecer técnico descrevendo o impacto da área objeto da solicitação de licença ambiental em todos estes aspectos, elaborando a caracterização desta área, identificando a poligonal do empreendimento, quantificando o imóvel quanto cada um dos itens supracitados.

Quando chega a GELI o processo é recebido pelo setor administrativo da gerencia que verifica se a atividade a que o processo está se referindo faz parte daquelas em que a análise ambiental fica a cargo da GELI, após essa identificação, o processo é encaminhado ao gerente do setor, que no caso dos processos com atividade enquadrada como complexo habitacional e similares, despacha o processo para um técnico ambiental especializado na área da construção civil.

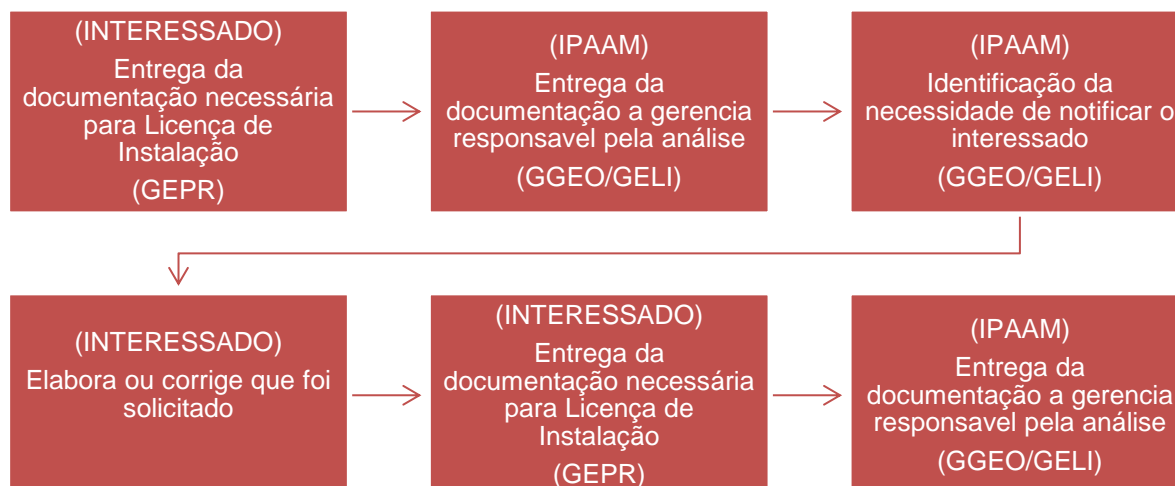
O técnico ambiental analisa se o interessado entregou o material técnico suficiente para que possa fazer sua análise, quando não, ele elabora uma notificação para que o interessado forneça o restante do material solicitado em um determinado prazo. Quando o material entregue já é suficiente, o técnico ambiental faz uma vistoria na área aonde será instalado o empreendimento, com o acompanhamento de algum representante do empreendimento, com o propósito de identificar se a área já sofreu qualquer tipo de intervenção referente à implantação do empreendimento e confirmar informações fornecidas pelo parecer técnico do GGEO. Após a vistoria é elaborado o Relatório Técnico de Vistoria – RTV, que contempla a análise do material técnico entregue pelo interessado e o observado na vistoria ao local, concluindo se o processo atende o necessário para emissão da Licença de Instalação ou esclarece os fatos que lavaram ao indeferimento da solicitação.

4.2. RESULTADOS DA ETAPA 2

A causa da demora na análise técnica dos processos quando estão na GGEO ou na GELI, é em muitos casos, a necessidade de notificar o interessado para que apresente ou reapresente material técnico, pois quando o técnico ambiental identifica que algum projeto necessário para conclusão da sua análise não foi entregue ou então não possui as informações ou requisitos necessários, ele precisa notificar o interessado para reapresentar o material solicitado.

Isso faz com que o interessado precise elaborar o material solicitado, efetue a entrada desse material na forma de documento em resposta a notificação junto a GEPR, que encaminha esse documento a gerencia em que o processo está sob análise, depois de tramitar no setor administrativo da gerencia esse material é encaminhado ao técnico que está responsável pela análise do processo.

Assim, o tempo necessário para elaboração desse material, somado ao tempo de tramitação dos documentos dentro do órgão finda por prolongar imensamente o tempo decorrido para conclusão da análise técnica do processo.

Figura 3. Tramitação da notificação

Fonte: Autoria Própria (2021).

4.3. RESULTADOS DA ETAPA 3

Para fornecer ao interessado informações mais completas a respeito dos requisitos necessários para obtenção da Licença de Instalação para complexos habitacionais multifamiliares, uma solução é a elaboração por parte do IPAAM de um termo de referência que contemple esses projetos e demais exigências que só são cobrados quando o processo chega ao técnico ambiental.

Esses materiais incluiriam no caso da análise que cabe a GELI:

- Projeto e memorial descritivo de implantação do empreendimento, seguindo o termo de referência fornecido pelo IPAAM acompanhado de informações importantes para conclusão da análise, sendo estas, um quadro de áreas descrevendo a área total do lote, área construída referente as torres e as edificações de apoio e lazer, as estruturas e instalações do canteiro de obras, descrevendo seu sistema de abastecimento de água, instalações hidrossanitárias e abastecimento de energia, assim como o cronograma com previsão para início e conclusão das obras;
- Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC seguindo o modelo fornecido pelo IPAAM e não deixando de informar, os tipos de resíduos que serão gerados durante a implantação do empreendimento, assim como uma estimativa da quantidade que será gerada, o local aonde serão armazenados estes resíduos quando estiverem dentro do canteiro de obras, assim como quem será responsável por sua destinação final;
- Os projetos e memoriais descritivos do sistema de abastecimento de água, acompanhados do comprovante de abertura de processo junto a concessionária responsável pelos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto de Manaus – Águas de Manaus, informando se o empreendimento será interligado a rede pública ou adotara uma solução individual;
- Os projetos e memoriais descritivos do sistema de esgotamento sanitario, acompanhados do comprovante de abertura de processo junto a concessionária

responsável pelos serviços de água, coleta e tratamento de esgoto de Manaus – Águas de Manaus, informando o sistema adotado como solução no empreendimento, sendo esse uma Estação Elevatória de Esgoto – EEE, sendo interligada a rede pública de coleta e tratamento de esgoto, ou uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, descrevendo aonde se dará o despejo do efluente tratado. Ambas soluções devem apresentar seu dimensionamento, visando atender a uma população prevista;

- Projeto e memorial descritivo do sistema de drenagem de águas pluviais que atenda a Lei Municipal 1.192, de 31 de dezembro de 2007, também conhecida como “Pró-Águas”, que trata do uso racional das águas nas edificações, acompanhado de comprovante de abertura de processo para aprovação de projeto junto a SEMINF;

- Projeto e memorial descritivo do serviço de terraplenagem, mesmo no caso de não ser necessário o bota fora, e quando necessário esclarecer o volume previsto e se será feito pela própria empresa ou por uma terceirizada.

No período em que ocorreu está análise do processo de licenciamento ambiental, a apresentação dos projetos referentes aos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais esteve sujeita ao que descreve a PORTARIA/IPAAM/P/Nº 77/2021:

Art. 1º - Para fins de satisfação dos pressupostos previstos no Art. 11, §1º do Decreto Estadual nº 10.028/87 para expedição da Licença Ambiental de Instalação, poderá o solicitante apresentar o projeto com o protocolo do pedido de Aprovação do Projeto de Drenagem e do Projeto de Esgotamento Sanitário (E.T.E.) perante a Secretaria Municipal de Infraestrutura e da concessionária de água e esgoto.

Art. 2º - Expedida a Licença Ambiental de Instalação pelo IPAAM, deverá o solicitante apresentar a definitiva aprovação do Projeto de Drenagem e do Projeto de Esgotamento Sanitário (E.T.E.) pela autoridade competente, no prazo de 180 dias, sob pena de revogação da Licença Ambiental obtida, sem prejuízo de apuração de eventual impacto ambiental causado.

Art. 3º - Em caso de decisão definitiva da SEMINF, que indefira o pedido de Aprovação do Projeto de Drenagem e do Projeto de Esgotamento Sanitário (E.T.E.), fica o interessado responsável pela desmobilização de qualquer implantação realizada na área objeto da licença.

Art. 4º - Esta portaria tem prazo vinculado ao Estado de Calamidade Pública na forma do Decreto Nº 43.272 DE 06/01/2021, revogando-se o Decreto, revoga-se a Portaria.

Esse material reduziria a quantidade de notificações necessárias para a conclusão da análise do processo, resultando também em uma redução da quantidade de documentos tramitando dentro do IPAAM, dessa forma agilizando o processo de licenciamento ambiental.

5. CONCLUSÕES

A orientação mais profunda no que se refere a documentação e material técnico necessário para emissão de licença de instalação de complexos habitacionais multifamiliares submetidos ao IPAAM se mostrou eficiente em agilizar a análise técnica destas solicitações.

Devido tramites burocráticos que fazem parte do funcionamento deste instituto, não foi possível disponibilizar um termo de referência conforme o proposto inicialmente, no entanto em casos que foi possível reunir a equipe técnica que realiza a análise das solicitações de licença de instalação destes empreendimentos com interessados que respondem por empresas que constantemente efetuam novas solicitações de licença ambiental, foi identificada uma evolução no material técnico apresentado em novas solicitações destes interessados.

Diante disso, o mapeamento do fluxo desses processos e a análise dos procedimentos necessários para concessão de licença ambiental, possibilitou a identificação dos itens que causam a demora para conclusão da análise técnica dessas solicitações, dentre eles estão o acúmulo de documentos no setor administrativo das gerências causado pela alta demanda de processos circulando pelo IPAAM e a entrega por parte do interessado de material técnico que não possibilita uma análise conclusiva da sua solicitação, dentre esses se mostrou mais prática a correção do material técnico entregue pelo interessado, pois alterar o modo como tramita a documentação dentro do órgão necessita de uma mobilização geral deste instituto.

A concessão da licença de instalação em alguns casos precisa ser acompanhada de uma Licença Ambiental Única de Supressão da Vegetação – LAUSV, que autoriza o desmatamento da vegetação existente na área onde será implantado o empreendimento, e cabe um futuro estudo sobre as exigências e dificuldades para a obtenção de tal licença. Assim como casos que o terreno apresenta grandes declividades ou a existência de uma Área de Preservação Permanente – APP, essas características findam por exigir outros levantamentos e projetos sobre área, havendo assim espaço para estudos futuros que englobem os requisitos e a análise técnica necessária para concessão de licença ambiental de empreendimentos com área de implantação situada dentro destas características.

REFERÊNCIAS

- [1] MMA - Ministério do Meio Ambiente, Procedimentos de licenciamento ambiental do Brasil: Brasília: MMA, 2016. E-book. 544 p. ISBN 978-85-7738-276-7. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/VERS%C3%83O-FINAL-E-BOOK-Procedimentos-do-Licenciamento-Ambiental-WEB.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.
- [2] AMAZONAS. Lei Estadual nº 3.785, de 24 de julho de 2012. Dispõe sobre o licenciamento ambiental do Estado do Amazonas, revoga a Lei Estadual nº 3.216, de 28 de dezembro de 2007, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado do Amazonas - DOE em 24 jul 2012. Disponível em: online.sefaz.am.gov.br/silt/Normas/Legisla%E7%E3o%20Estadual/Lei%20Estadual/Ano%202012/Arquivo/LE%203785_12.htm. Acesso em: 15 out 2021.
- [3] <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/2311-Complexo-habitacional-e-similares-REQ-26.pdf> Acesso em: 03 de set 2021.
- [4] <http://www.transparencia.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/PORTARIA-N.-77-2021-IPAAM.pdf> Acesso em: 25 de nov. 2021.
- [5] MANAUS (AM). Lei Municipal nº 1192/07. Cria, no município de Manaus, o Programa de Tratamento e Uso Racional das Águas nas edificações – PRO-ÁGUAS. Manaus: Câmara Municipal de Manaus, 2007. Disponível em: <https://www.mpam.mp.br/index.php/component/content/article/59-municipal/4846-lei-nd-119207-cria-no-municipio-de-manaus-o-programa-de-tratamento-e-uso-racional-das-aguas-nas-edificacoes--pro-aguas>. Acesso em: 19 out. 2021.

Capítulo 12

Procedimentos e cuidados na execução de lajes pré-fabricadas treliçadas na cidade de Manaus-AM

Tatiana Aparício Mousse

Resumo: A preferência pela aplicabilidade de lajes pré-fabricadas treliçadas tornou-se bastante comum pela população amazonense na Cidade de Manaus, em virtude da questão econômica, por propiciar segurança e possuir processo construtivo literal que pode ser executado com agilidade e funcionalidade. Entretanto, essas etapas exigem procedimentos e cuidados que precisam ser aplicados conforme cada tipo de edificação, acompanhados sempre por profissionais habilitados. O presente estudo tem como principal característica analisar os impactos da ausência desses cuidados na execução das lajes pré-moldadas em edificações de pequeno porte. A metodologia aplicada para elaboração desta pesquisa foram estudos feitos por meio de análise documental, buscas por meio de artigos, normas e relatos de casos reais. Através de levantamentos dos procedimentos adequados para execução das lajes, categorizando objetivamente os erros emblemáticos que geralmente ocorrem durante as etapas de execução, avaliando falhas e impactos causados por estes descasos. A partir deste estudo, foi possível identificar em que fase as técnicas de execução adequadas não foram seguidas, objetivando que grande parte das obras particulares ainda seguem sem o devido acompanhamento técnico de profissionais especializados, provocando um superdimensionamento de materiais e a desvalorização do profissional. Assim fica claro que os erros representativos ocorrem durante as etapas de execução, especialmente em obras de pequeno porte, onde ainda existe uma forte carência por parte da população sobre os conhecimentos técnicos básicos para elaboração e execução das lajes pré-fabricadas treliçadas em obras residenciais e findam por negligenciar a contratação de profissional especializado provocando equívocos nos métodos construtivos.

Palavras-chave: Lajes pré-fabricadas treliçada com EPS, edificações, construção civil.

1. INTRODUÇÃO

Pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado (VASCONCELOS, 2002). As lajes pré-fabricadas foram idealizadas com a finalidade de aumentar a praticidade do sistema construtivo e diminuir a quantidade do consumo de concreto, tábuas para formas e serventes na cidade de Manaus intensificaram-se bastante e conquistaram enorme espaço no mercado, principalmente por proporcionar economia, segurança, agilidade e praticidade as obras.

O mecanismo construtivo é considerado claro e de fácil aplicabilidade, mas exige alguns cuidados especiais durante os processos de execução, tendo como base requisitos encontrados nas normas NBR 6118, NBR 9062, NBR 14859-1 e projetos específicos da obra.

A NBR 14859:2016 prescreve a elaboração dos projetos da laje exclusivamente por profissionais habilitados, armazenamento adequado do material, fabricação e montagem dos elementos pré-fabricados, montagem dos itens de enchimento, armaduras complementares, nervuras transversais, espaçamento de escoramento, camada de capa de concreto, prazo de retirada do escoramento.

A popularização desse sistema construtivo fez com que houvesse uma enorme procura pela aplicação das lajes pré-fabricadas treliçadas, por parte da população, que deixam de atentar-se para fatores importantes do método construtivo, visando primeiramente a questão econômica e negligenciando a busca pela contratação do profissional técnico qualificado desde a fase inicial até a conclusão da obra.

A abordagem deste tema tem como finalidade alertar o meio acadêmico e técnico indicando a busca pelos procedimentos adequados para este método construtivo, que gera bastante dúvida e contrariedade em meio à população á respeito da qualidade e segurança das lajes pré-fabricadas.

Logo, o trabalho divide-se em abordar as principais recomendações para os procedimentos condizentes às aplicações de lajes pré-fabricadas em obra residenciais de pequeno porte, resalta a necessidade do acompanhamento técnico e expõe os benefícios de seguir corretamente todos os processos construtivos das lajes, apresentando os principais problemas encontrados nas execuções de lajes sem o devido acompanhamento técnico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aplicabilidade das lajes pré-moldadas ainda é limitada, não podendo atender a grandes vãos e grandes cargas acidentais, isto se deve à ausência de estribos nas vigas pré-moldadas, pois a superfície lisa das mesmas dificulta a aderência da capa de concreto.

As lajes são constituídas de vigotas pré-moldadas de concreto armado, entre as quais se apoiam elementos de material inerte (EPS) e sobre as vigotas pré-moldadas e as telas de EPS, aplica-se uma cobertura completa com uma capa de concreto (CHAVES, 2012).

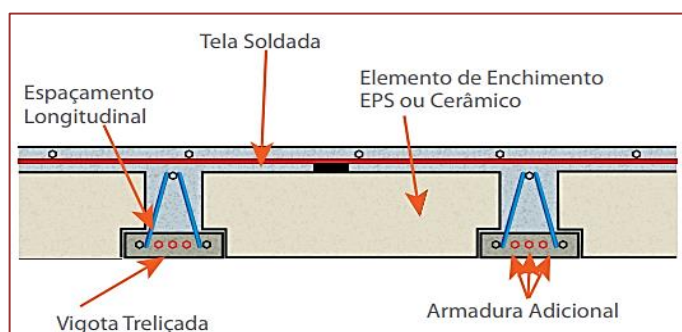
Projeto, fabricação e execução de estruturas pré-fabricadas exigem fortes conhecimentos de engenharia e investimentos robustos, com ênfase nas fases de criação e cálculo estrutural, além do controle da qualidade dos materiais empregados, em especial, o controle rigoroso do processo de mistura do concreto.

Os processos de fabricação e montagem também devem ser seguidos para que a laje seja executada de forma correta e segura a partir da contratação de um responsável técnico competente.

2.1. LAJE PRÉ-FABRICADA TRELIÇADA.

As lajes são constituídas por vigotas que são pré-moldadas de concreto armado, possuem um trilho ou treliça espaçados de maneira uniforme por lajetas (normalmente cerâmicas ou de outros materiais como o EPS) e cobertas por uma base de concreto moldado no local, cuja finalidade é garantir a distribuição dos esforços atuantes no elemento, aumentar sua resistência à flexão e nivelar o piso, conforme Figura 1.

Figura 1 – Esquema Laje treliçada

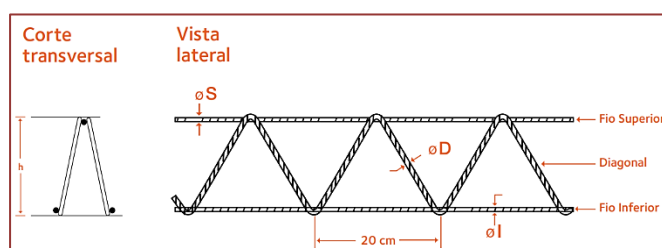


Fonte: ArcelorMittal - Treliças Nervuradas – (Outubro 2017).

A vigota basicamente tem a função de resistir à ação do seu peso próprio, das lajetas cerâmicas ou materiais de enchimento, da capa de concreto e dos equipamentos utilizados para a concretagem (carrinhos ou gericas).

A treliça da vigota, conforme figura 2, é formada por armadura de aço pronta, pré-fabricada, constituída por dois fios de aço paralelos na base, denominados de banzos inferiores e um fio de aço no topo, denominado de banzo superior, interligados aos dois fios de aço diagonais, denominados de sinuzóides, com espaçamento regular (CUNHA, 2012).

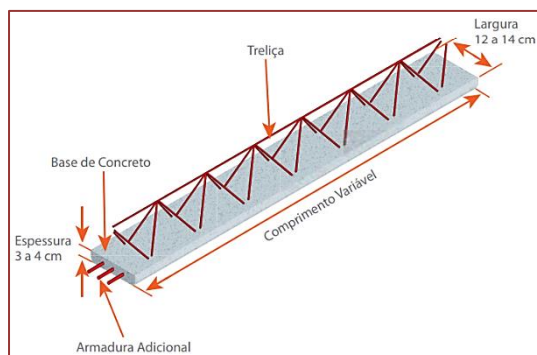
Figura 2 – Treliça nervurada



Fonte: ArcelorMittal - Treliças Nervuradas – (outubro 2017).

Conforme o item 3.1 da NBR 14859-1(2002) as vigotas pré-fabricadas são definidas como elementos estruturais compostas por concreto estrutural, conforme Figura 3 e são fabricadas industrialmente ou in loco nos canteiros de obra, havendo necessidade de rigorosas condições de controle de qualidade.

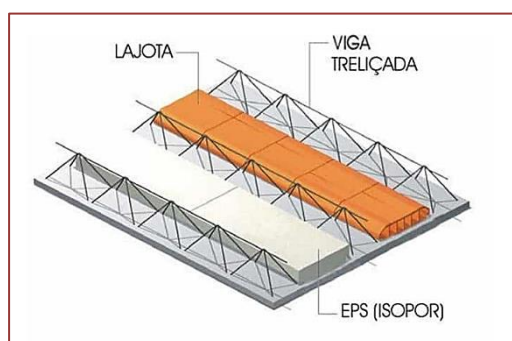
Figura 3 – Vigota treliçada



Fonte: ArcelorMittal - Treliças Nervuradas – (Outubro 2017).

Os materiais de enchimento (que pode ser tanto a lajota EPS como lajota cerâmica) vazados ou maciços, conforme Figura 4, podem ser apontados como materiais inertes e são considerados materiais estruturais no contexto da laje, embora não tenham influências para a resistência da mesma, onde tornam-se importantes para a segurança durante o processo de montagem e aplicação do concreto na laje, pois são responsáveis por transferir o peso do concreto ainda fresco às vigotas que se apoiam sobre as linhas de escora (SILVA, 2015).

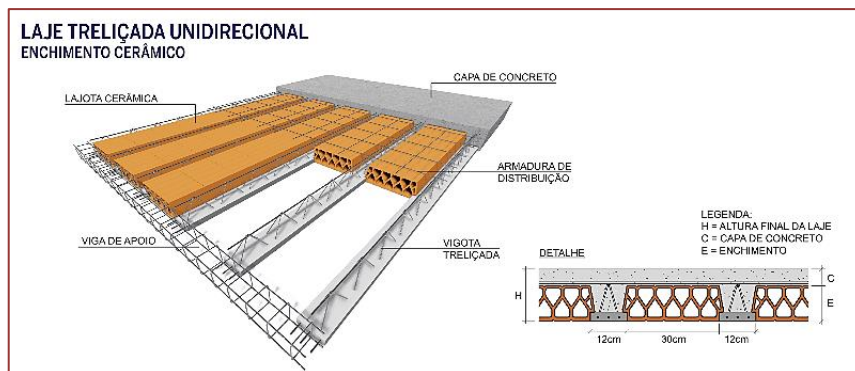
Figura 4 – Materiais de enchimento



Fonte: Internet – (novembro 2021).

Inicialmente, o material de enchimento utilizado em larga escala era a lajota cerâmica, conforme Figura 05 e uma das suas vantagens é a boa aderência proporcionada ao revestimento, além de seu baixo custo (PANHAN,2018).

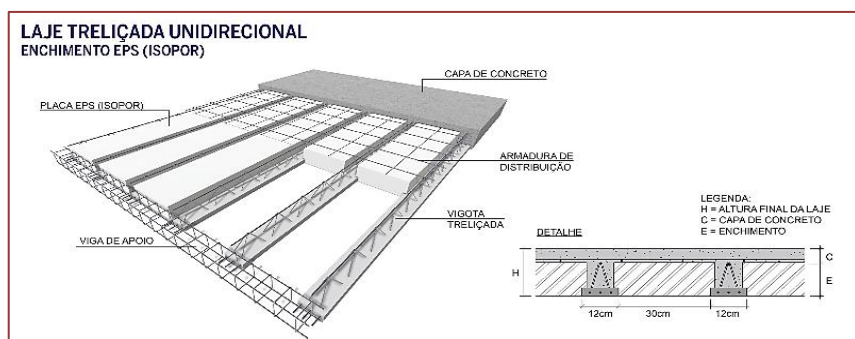
Figura 5 – Laje treliçada com enchimento cerâmico



Fonte: Internet – (novembro 2021)

Posteriormente o EPS (expanded polystyrene) conforme figura 06 se popularizou devido ao peso ser inferior e a facilidade de recorte para se adaptar a qualquer estrutura simétrica, onde proporciona alívio e redução das solicitações de cargas nas vigas, pilares e fundações, economizando aço, cimento e pessoal em toda estrutura, além de ser extremamente leve e apresentar ótimas características isolantes termo acústicas.

Figura 6 – Laje treliçada com enchimento EPS



Fonte: Internet – (Novembro 2021).

EPS (expanded polystyrene), é uma matéria prima plástica derivada do petróleo e surgiu no mercado para trazer reduções e melhorias técnicas no sistema construtivo das edificações (SOUZA, 2015).

2.2. PROCESSO DE EXECUÇÃO DE LAJES PRÉ-FABRICADAS COM VIGOTAS TRELIÇADAS.

A partir das informações retiradas da obra, é iniciado o processo de dimensionamento para fabricação das vigotas treliçadas, seguindo NBR, é escolhido o tipo adequado de enchimento, projeto detalhado contendo todas as indicações de tipo de concreto a ser utilizado, sentido de colocação das vigotas, altura da capa de concreto, quantidade e posicionamento das escoras, armaduras complementares e nervuras transversais.

O construtor deverá obedecer às seguintes etapas para a montagem das lajes pré-moldadas, tendo como base a NBR 6120:80:

- **Etapa 1: Transporte / armazenamento**

- O recomendado é que o transporte das lajetas de EPS seja feito em caminhão baú, caso seja em veículo aberto, ter todo cuidado na amarração para não danificar as peças, e de preferência, cobrir com uma lona. Para que não ocorram alterações na soldabilidade das peças, causadas pela variação climática, as lajetas EPS devem ser protegidas da chuva, do vento e do sol.

- É muito importante transportar e manusear corretamente os trilhos para garantir sua integridade, não os manuseando pelas extremidades. Trilhos de até 3,70 m podem ser içados no meio, já trilhos entre 3,80 m e 6 m devem ser manuseados em pelo menos dois pontos começando a 1/5 do comprimento na extremidade. Trilhos maiores que 6 m devem ser manuseados na em três pontos.

- **Etapa 2: Escoramento / montagem / contra flecha**

- O escoramento é uma estrutura temporária projetada para ajudar vigas pré-moldadas a suportar a carga de trabalho (vigas, lajes, equipamentos de suporte, concreto, pessoas, etc.) durante a colocação do concreto e a cura úmida.

- A distância máxima entre as fileiras de travessas deve ser de 1,30 m para lajes de concreto de até 16 cm. Para lajes maiores, esse valor é reduzido para 1,00 m. Certificar-se de que as escoras estão apoiadas sobre uma base sólida.

- As escoras deverão permanecer durante 10 a 15 dias após a aplicação do concreto e o início da retirada de escoras deverá ser do centro para as extremidades, conforme recomendações;

- A aplicação de contra flecha nem sempre é obrigatória na laje, sua necessidade depende do vão livre e sobrecarga.

- **Etapa 3: Concretagem**

- Após a aplicação do concreto a laje deverá ser mantida úmida por pelos menos uma semana, podendo ser regada três vezes ao dia ou sempre que estiver visivelmente seca e/ou utilizar uma manta geotêxtil;

- O concreto deverá ser lançado a uma altura de 15cm a 25 cm, não devendo ter excesso de concreto no EPS, caso o volume ou a vazão de concreto seja alta, ele deverá ser disperso sobre uma peça de compensado.

2.3. PRINCIPAIS CUIDADOS NAS ETAPAS DE EXECUÇÃO DAS LAJES

O desempenho estrutural e a qualidade das lajes dependem, principalmente, das etapas da atividade construtiva serem executadas de formas adequadas. Esse processo inicia no armazenamento da matéria prima, passa pela fabricação das vigotas, até a elaboração e aplicação do concreto nas lajes.

Uma das grandes vantagens das lajes pré-moldadas treliçadas é a redução do consumo de formas, uma vez que as próprias vigotas e blocos de elementos leves desempenham essa função. A redução das escoras de cimbramento nas lajes pré-moldadas treliçadas em relação as lajes maciças são também significativas.

O consumo de madeira para as formas da laje pré-moldada é extremamente baixo, e varia de $0.08 \text{ m}^2/\text{m}^2$ a $0.25 \text{ m}^2/\text{m}^2$ (metros quadrados de formas por metro quadrado de laje fabricada). Obtém-se então uma economia direta de 75% a 92% de consumo de madeira para formas e benefício indireto na redução de pessoal e do tempo de preparo da laje pré-fabricada.

O isopor e os enchimentos de blocos de cerâmica às vezes são peças frágeis. Por isso, é importante ficar atento à resistência dessas peças ao caminhar sobre elas.

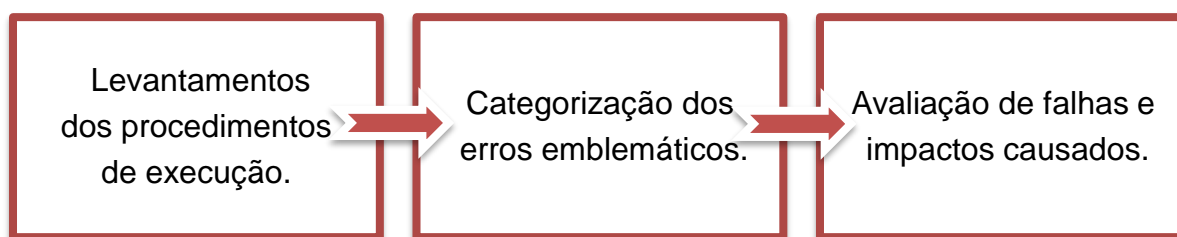
As placas treliçadas são muito eficazes quando usadas entre dois suportes. No entanto, não foi feito para se destacar em uma borda. Basicamente, em uma laje tradicional, o aço fica na parte inferior e o concreto na parte superior, mas em uma laje em balanço, essa posição deve ser alterada para que o aço fique na parte superior e o concreto na parte inferior. Essa alteração não ocorre com placas de grade, por isso essa aplicação é tão perigosa e definitivamente não recomendada para esse fim. Em outras palavras, a placa de grade não pode ser usada no console.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para elaboração desta pesquisa foram feitos estudos por meio de análise documental, buscas por meio de artigos, normas e relatos de casos reais, com o intuito de desenvolver um estudo dos problemas que podem vir a ocorrer por negligência da falta de contratação de um profissional técnico habilitado para elaboração e execução das obras residenciais.

O trabalho foi dividido em três etapas e a partir desse estudo foi possível levantar quais os principais problemas de execução e como minimizá-los, conforme fluxograma da Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria. (2021).

3.1. LEVANTAMENTOS DOS PROCEDIMENTOS ADEQUADOS PARA EXECUÇÃO.

Foram levantados dados em obras reais dos procedimentos adequados para as etapas de execução das lajes pré-fabricadas treliçadas, priorizando obras residenciais de pequeno porte, onde ocorrem a maioria dos equívocos na hora da execução dela, desde a formulação do projeto, passando pela fabricação do pré-moldado até a concretagem e retirada de escoramento da laje

3.2. CATEGORIZAÇÃO DOS ERROS EMBLEMÁTICOS.

Foram categorizados objetivamente os problemas que geralmente ocorrem durante as etapas de execução, causados principalmente pela negligência, por parte da população, na escolha de descartar a contratação de um responsável técnico e de pessoal não especializada para execução de lajes treliçadas.

3.3. AVALIAÇÃO DE FALHAS E IMPACTOS CAUSADOS.

Por fim foram, depois de avaliadas as principais falhas de execução foi possível apontar quais os benefícios a contratação de um profissional habilitado podem oferecer para a confecção de projetos e execução das lajes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do estudo apresentado e da avaliação realizada, foi possível comprovar que existem grandes vantagens em se obter um conhecimento mais profundo sobre lajes pré-fabricadas, que são:

- Responsabilidade em ter um técnico responsável pela obra;
- Melhor noção para fornecimento de orçamento de laje;
- Redução significativa do orçamento da obra;
- Redução material utilizado na confecção da laje;
- Redução no tempo gasto na fabricação das peças pré-moldadas;
- Redução de pessoal;
- Facilidade na colocação de escoramento metálico;
- Facilidade nas instalações elétrica e hidráulicas;
- Facilidade de montagem das vigotas sobre o vigamento;
- Facilidade na concretagem;
- Utilização do EPS fornece melhor isolamento sonora e térmica.

4.1. LEVANTAMENTOS DOS PROCEDIMENTOS ADEQUADOS PARA EXECUÇÃO

Cada etapa da execução da laje é importante, sendo então as iniciais as mais preocupantes, encontradas em obras residenciais onde o próprio proprietário da obra se encarrega em utilizar seus próprios recursos e conhecimentos para dar andamento ao processo construtivo e na hora da contratação técnica habilitada que existe a grande falha no processo, é necessário ter conhecimentos específicos para promover uma obra e laje de sucesso, tanto na questão da qualidade quanto na segurança.

4.2. CATEGORIZAÇÃO DOS ERROS EMBLEMÁTICOS

Os erros mais comuns nas etapas do processo da laje treliçada são o armazenamento inadequado dos materiais, pois a partir dele é necessário que se mantenha a integridade do material, para a fabricação dentro das normas técnicas, obedecendo todos os critérios estabelecidos.

Observa-se que em obras residenciais os materiais são armazenados de qualquer forma e sem nenhum planejamento, muitas vezes armazenados por muito tempo desprovidos de qualquer cobertura e expostos a extrema umidade.

Já na fase de aplicação da laje, a mobilização e montagem do material também precisa obedecer a certos critérios, levando em consideração tipo de material, forma correta para transportar, embarcar e desembarcar.

4.3. AVALIAÇÃO DE FALHAS E IMPACTOS CAUSADOS

As técnicas de execução adequadas, evitam que danos possam ocorrer no material pré-fabricado, no momento da fabricação até a desforma, sendo necessário um acompanhamento a partir de projetos, espaçadores, cálculo correto de material a ser utilizado na fabricação, evitando assim, desperdícios desnecessários.

Grande parte das obras particulares não possuem acompanhamento técnico adequado, acarretando gastos excessivos, ausência de segurança nas obras e a desvalorização do acompanhamento técnico de profissional habilitado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a procura por lajes tenha ganhado bastante força principalmente relacionando custo-benefício ainda são executadas de maneiras inadequadas onde posteriormente apresentam diversas imperfeições e acarretam grandes transtornos e aborrecimentos. Visto que esses erros ocorrem geralmente nas etapas iniciais em obras residenciais, onde existe uma carência de fiscalização e o desconhecimento da população sobre a importância do acompanhamento técnico habilitado, tanto na confecção do projeto, quanto no acompanhamento das etapas e da realização da laje pré-fabricada treliçada.

A análise dos impactos feita por meio de análise dos erros emblemáticos, identificam que a falha ocorre na falta de acompanhamento técnico durante o processo construtivo, onde torna-se mais barato e vantajoso, mas que nem sempre beneficia a obra com um todo.

Diante do que foi colocado neste trabalho os pontos ainda precisam avançar abrangem planejar um programa de estudo mais simples para os tipos de lajes, para obter-se uma precisão acerca do processo construtivo e principalmente, divulgar estudos e promover treinamentos relacionados à execução de lajes pré-moldada, mesmo que simples mas que integre grande parte da população, recomendando que haja um olhar mais criterioso à procura de uma equipe técnica especializada para execução de obra de pequeno, médio e grande porte, engrandecendo assim a carreira do profissional especializado.

REFERÊNCIAS

- [1] ROLIM, Antonio Carlos. Laje Trelaçada Unidirecional: dimensionamento geométrico, cálculo de armaduras, caminho das ações e cimbramento. O: Acrolim, 2019.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14859-1: Laje pré-fabricada -Requisitos parte 1: Lajes unidirecionais. 5 ed. Rio de Janeiro: Cenwin, 2002. 15 p.
- [3] PASA, Giulliano R.. Lajes Trelaçadas com EPS (Isopor): Preço, Vantagens e Desvantagens. 2017. Axial Engenharia.
- [4] SANTOS. A 2015; Parede de EPS recoberta por concreto: tecnologia evolui; Disponível em: . Acesso em 25 de outubro 2021.
- [5] PANHAN, R.; Painéis de EPS para construção: vantagens e desvantagens. Disponível em: . Acesso em 03 outubro.2021.
- [6] CHAVES, Roberto. Manual do construtor: para engenheiros, mestres de obras e profissionais de construção em geral. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2012.

Capítulo 13

Sapatas isoladas: Especificações técnicas para elaboração de projeto e execução

Valdevan Felix Cruz

Resumo: O trabalho tem por fim estudar o processo de execução e projeção de fundações superficiais segundo NBR 6122. Será abordado critérios para elaboração de projeto e execução de sapatas isolada. Para ser compreendido, será estudado um caso para aplicar os critérios estabelecidos pela NBR 6122. É necessário a realização de um projeto de fundação para qualquer empreendimento, sendo importante seu detalhamento bem elaborado, assim como também o seu planejamento de execução, que deve ser discutido e preparado para diminuir os riscos de imprevistos. Por isso existem critérios de norma para elaborar o projeto e executar, visando as condições de segurança e estabilidade do elemento. Sendo assim, vai está examinando as informações contidas no projeto, como também o acompanhamento de uma obra onde será executado a fundação, registrando com fotografias, analisando métodos sugeridos para executar e verificando os critérios adotados pela NBR 6122. Com isso, estará avaliando os serviços realizados a partir do acompanhamento em campo e medidas adotadas para sua execução com os critérios de norma. Com tais resultados, esperasse comprovar a completa compatibilidade entre o projeto e a execução, verificar os critérios estabelecidos pela NBR 6122 e garantir a sua segurança e pleno cumprimento.

1. INTRODUÇÃO

As fundações são os alicerces da construção, são os elementos construtivos responsáveis por transferir as cargas da construção suportadas pelos pilares para o solo mais resistente considerando a prospecção do solo, tal transferência necessita ser realizada de forma segura e satisfatória com menos recalque possível. Existem 2 grupos de fundações: Fundações superficiais e profundas. Sendo a fundação superficial a mais comumente executada no Brasil, tendo em vista sua facilidade no dimensionamento e execução com baixo custo.

Fundação superficial é o grupo de elemento que trabalha a transmissão das cargas pela base do elemento, tendo sua profundidade não superior que duas vezes sua menor dimensão. Os elementos que compõem o grupo são: Sapatas, blocos, radier, sapatas corridas, sapatas associadas e vigas de fundação.

É necessário a realização de um projeto de fundação para qualquer empreendimento, sendo importante seu detalhamento bem elaborado, assim como também, o planejamento de execução conforme projeto deve ser discutido e preparado para diminuir os riscos de imprevistos. Por isso existem critérios de norma para elaborar o projeto e executar, visando as condições de segurança e estabilidade do elemento.

Aplicar critérios normativos de projeto e execução de sapata isolada em uma obra existente, registrando suas etapas.

O estudo é importante para a comunidade acadêmica, pois irá analisar em um empreendimento real, os critérios e métodos estabelecidos por norma visando sua segurança e viabilidade na execução. Sendo descrito cada processo necessário e apresentando seus métodos de forma descritiva na pesquisa. Podendo ser utilizado como material de estudo por professores, alunos e até recém formados que ainda não possuem experiência em projetar e executar uma fundação superficial.

As sapatas isoladas são um dos elementos que constituem as fundações superficiais, sua geometria pode ser quadrada, retangular, circular ou poligonal. Sua execução se baseia em escavar até sua cota de base, cobrir o fundo com uma camada de concreto magro com 5 centímetros de altura, posicionar sua armação e concretar conforme sua forma.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS.

A análise das camadas do solo em que será atribuída a fundação é necessária para garantir a estabilidade e segurança do empreendimento executado.

As fundações superficiais são dimensionadas para solos com tensões admissíveis maior que as tensões solicitantes da peça, já que as cargas provenientes da construção serão descarregadas na base da fundação. O critério que se impõe na escolha é a presença de um solo com resistência suficiente para estabilidade da peça na superfície com sua profundidade não ultrapassando 3 metros ou 2 vezes a menor dimensão da peça, contando a partir da base da peça. É considerado também o custo e o prazo para executar, alternando assim entre o bloco de fundação, sapata isolada, sapata associada e radier.

Por isso é preciso realizar sondagens, com as quantidades de furos já calculado de acordo com a área de projeção. O tipo de sondagem estudado será o SPT (Soldagem à percussão).

Tabela 1. Quantidade de furos sob projeção da construção no terreno

M ²	Quantidade de furos / 200m ²
0 – 1200	1
M ²	Quantidade de furos / 400m ²
1200 – 2400	1
Maior que 2400	É necessário um estudo particular para esta situação.
Quantidade mínima de furos	
M ²	Quantidade de furos
Até 200	2
200 – 400	3

Fonte: ABNT NBR 6484 – Tabela A. 1 – Estado de compacidade e consistência.

O procedimento de sondagem consiste na perduração do solo com um amostrador em sua extremidade, onde será coletado amostra do solo perfurado (amostra deformada). O furo é executado por um equipamento específico para este trabalho, nele é suspenso a haste, onde está o amostrador, onde a 75 cm de altura está um peso de 65 kg, e o trabalho de furo é realizado por meio dos golpes deste peso na haste. É anotado o número de golpes necessários para a perfuração de 45 cm, divididos em 3 partes de 15 cm. O número N será o número de golpes necessários para enterrar os últimos 30 cm do amostrador. Se for encontrado água durante o procedimento, é feita a anotação da altura do nível d'água no relatório.

Com os dados coletados do solo após ser examinado em laboratório, é necessário caracterizar o solo de acordo com sua compacidade e consistência de acordo com seu tipo (Argila, silte ou areia) e o número N.

Tabela 2. Estado de compacidade e consistência

Solo	Índice de resistência à penetração N	Designação
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa(o)
	5 a 8	Pouco compacta(o)
	9 a 18	Medianamente compacta(o)
	19 a 40	Compacta(o)
	< 40	Muito compacta(o)
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole
	3 a 5	Mole
	6 a 10	Média(o)
	11 a 19	Rija(o)
	20 a 30	Muito rija(o)
	> 30	Dura(o)

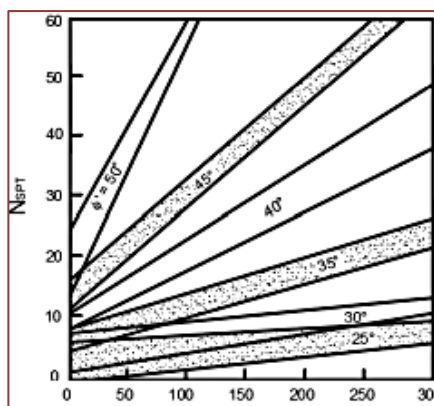
Fonte: ABNT NBR 6484 – Tabela A. 1 – Estado de compacidade e consistência.

É necessário embasamento científico para estimar as tensões admissíveis para cada tipo de solo. Por isso, vários autores desenvolveram métodos empíricos, semiempíricos e tabelas normativas de acordo com procedimentos de análise de solo e experiência no ramo, interligando as informações do solo com o valor de N. Desenvolveu-se então fórmulas para estimar a tensão admissível.

Com posse do relatório de sondagem é possível dar início ao processo de estimativa das tensões admissíveis. Existem vários autores com estudos relacionados a tensões admissíveis para cada tipo de solo de acordo com as suas características.

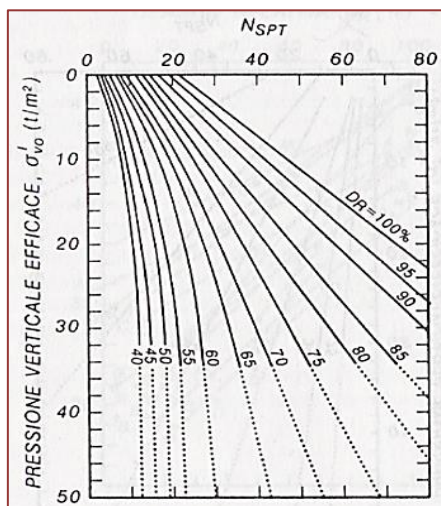
Para areias, entre os materiais utilizados, se encontra o ábaco de De Mello de 1971(Figura 1), que estabelece uma relação entre o valor de N e o ângulo de atrito interno e têm também o ábaco de Gibbs e Holtz de 1957(Figura 2), que faz uma relação entre o valor de N e a densidade relativa.

Figura 1: Ábaco de correlação entre o valor de N e ângulo de atrito interno



Fonte: Velloso e Lopes (2010)

Figura 2: Ábaco de correlação entre o valor de N e ângulo de atrito interno



Fonte: Velloso e Lopes (2010).

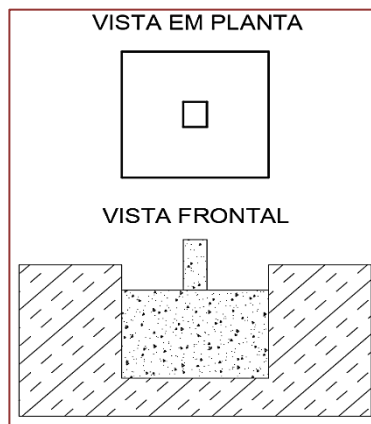
2.2. TIPOS DE FUNDAÇÕES RASAS

É necessário ter o conhecimento dos tipos de fundações rasas, pois assim o construtor não se limita em um único tipo, podendo assim, saber escolher de forma correta nas mais variadas situações de solo, considerando fatores como segurança, economia e tempo de execução.

Quanto aos tipos de fundações rasas existem os blocos de fundação, sapata isolada, sapata associada e o radier. Cada tipo é indicado para situações diferentes, bem como o estudo prévio para a escolha, sempre considerando a segurança, a economia e o menor tempo de execução. Sua execução consiste em escavar até a cota de projeto e elaborar cortes no solo respeitando a geometria da peça. Logo após é executado um lastro de concreto de 5 cm de espessura no fundo da escavação, sua função é regularizar a base da fundação. Pode ser colocado fôrmas nas laterais da peça para facilitar a concretagem e garantir sua forma, visto que dependendo da altura da peça, seja necessário. Por fim é realizado a concretagem.

O bloco de fundação é um elemento de concreto podendo assumir qualquer forma, dimensionado para suportar apenas os esforços de compressão. Os esforços de tração são também resistidos pelo concreto, sem a necessidade de armação.

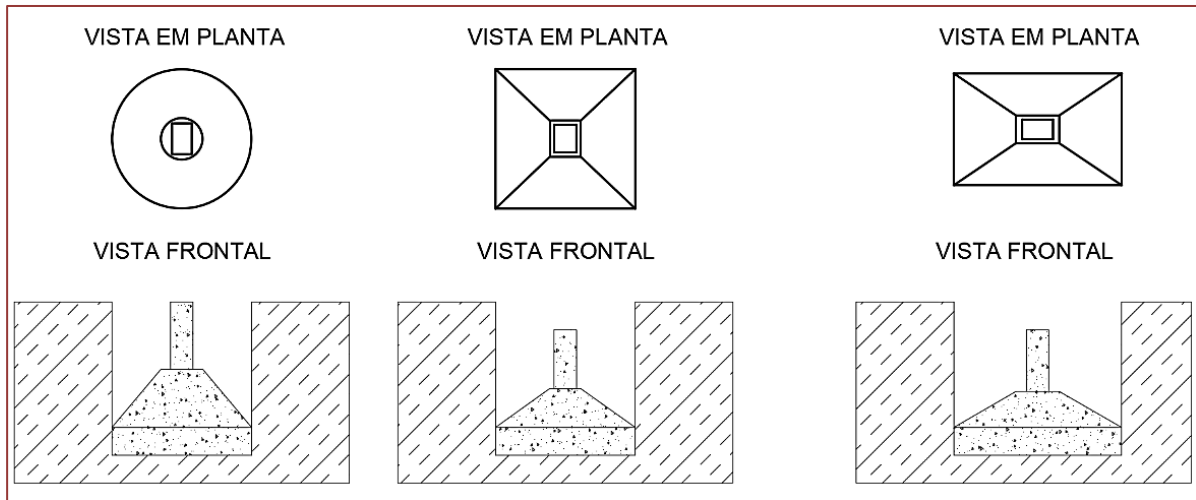
Figura 3: Representação de um bloco de fundação



Fonte: autoria própria (2021).

As sapatas isoladas são peças de concreto armado dimensionados para resistir à compressão, tração e flexão. Sua altura é relativamente baixa, em comparação ao bloco de fundação e podendo assumir forma quadrada, retangular, circular e poligonal.

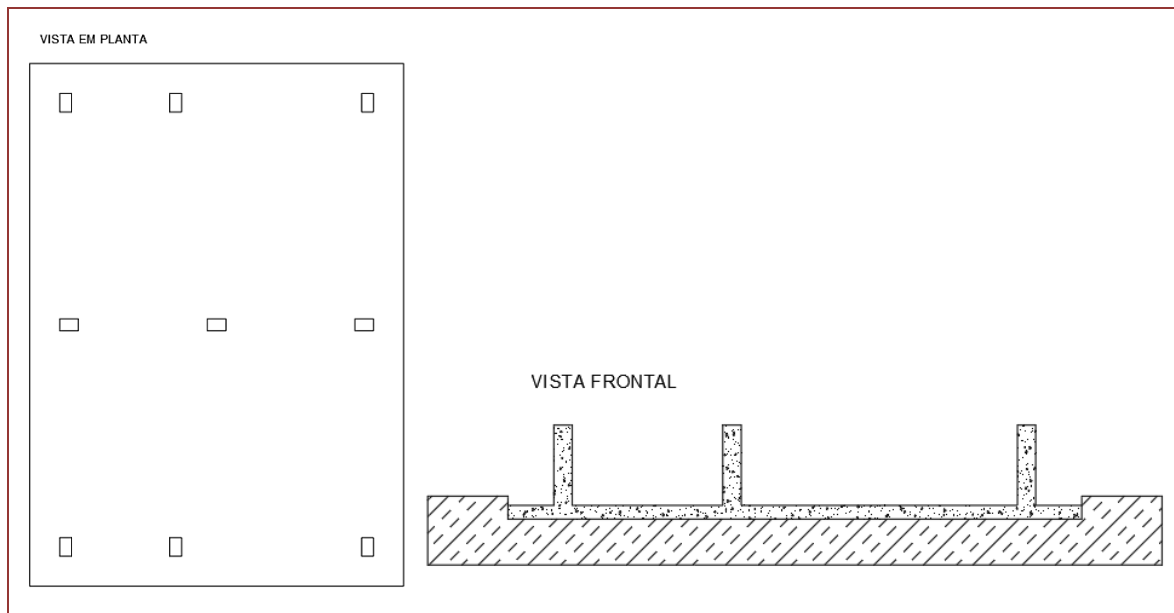
Figura 4: Representações de sapatas



Fonte: autoria própria (2021).

O Radier consiste em um único elemento em formato de placa, sendo carregado por todos os pilares do empreendimento, apoiado na superfície do terreno.

Figura 5: Representação de radier



Fonte: autoria própria (2021).

2.3. CRITÉRIOS PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO E EXECUÇÃO DE SAPATAS ISOLADAS, SEGUNDO A NBR 6122

A ABNT NBR 6122 é a norma de procedimento de elaboração de projeto e execução de fundações, é necessário o total saber do conteúdo da norma para realizar trabalhos referentes a fundação de forma segura. O dimensionamento das sapatas isoladas, sapatas associadas e vigas de fundação podem ser realizado pelos métodos das bielas ou como placas, disposto na ABNT NBR 6118:2014.

O carregamento do pilar na fundação gera uma tensão na base, essa é a tensão solicitante que a peça traz para o solo. Com posse da cota de nível e a tensão admissível já calculada como estimativa, é feito o cálculo da área da base da sapata. O cálculo da área se baseia em fazer com que a tensão solicitante não ultrapasse a tensão resistente do solo. (NBR 6122. Item 6.2.1.1)

$$\begin{aligned}\sigma_{sol} &\geq \sigma_{adm} \\ P/A &= \sigma_{adm} \\ A &= \sigma_{adm} * P\end{aligned}\quad (1)$$

Aos blocos de fundação é necessário respeitar o ângulo β , representada pela equação disposto no item 6.3.2.2 da NBR 6122.

$$\tan \beta / \beta \geq \sigma_{adm} / \sigma_{ct} + 1 \quad (2)$$

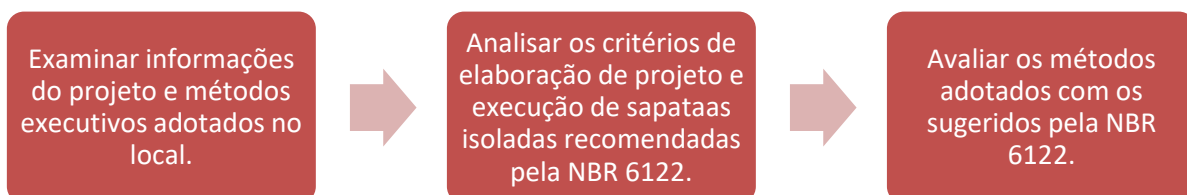
Onde σ_{ct} é a tensão de tração no concreto, está expressa em:

$$\sigma_{ct} = 0,4 f_{ck} \leq 0,8 \text{ Mpa} \quad (3)$$

Blocos e sapatas devem ter no mínimo a dimensão de 60 cm. Sua profundidade não pode ser menor que 1,5 m, para dificultar a influência de agentes atmosféricos e água da superfície. É necessário executar uma camada de lastro de concreto com 5 cm de espessura para regularizar a base da fundação e colocar espaçadores entre o aço e a face da peça, para garantir o cobrimento de concreto.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento metodológico é de abordagem qualitativa em relação aos serviços de execução e projeto da fundação, de natureza aplicada com objetivo descritivo. Quanto aos procedimentos serão de forma empírica, que se baseia em coletar os dados dos serviços.



3.1. EXAME DE INFORMAÇÕES DO PROJETO E MÉTODOS EXECUTIVOS ADOTADOS NO LOCAL.

Examinar as informações contidas no projeto e no processo de execução, por meio de acompanhamento diário a obra com questionamentos aos responsáveis pela execução.

3.2. ANÁLISE DOCUMENTAL DOS CRITÉRIOS DE PROJETO E EXECUÇÃO SUGERIDOS PELA NBR 6122.

Analisar os critérios adotados segundo a NBR 6122, por meio de estudo documental e registro fotográfico da obra, indicando erros se houver.

3.3. AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ADOTADOS COM OS SUGERIDOS EM NORMA.

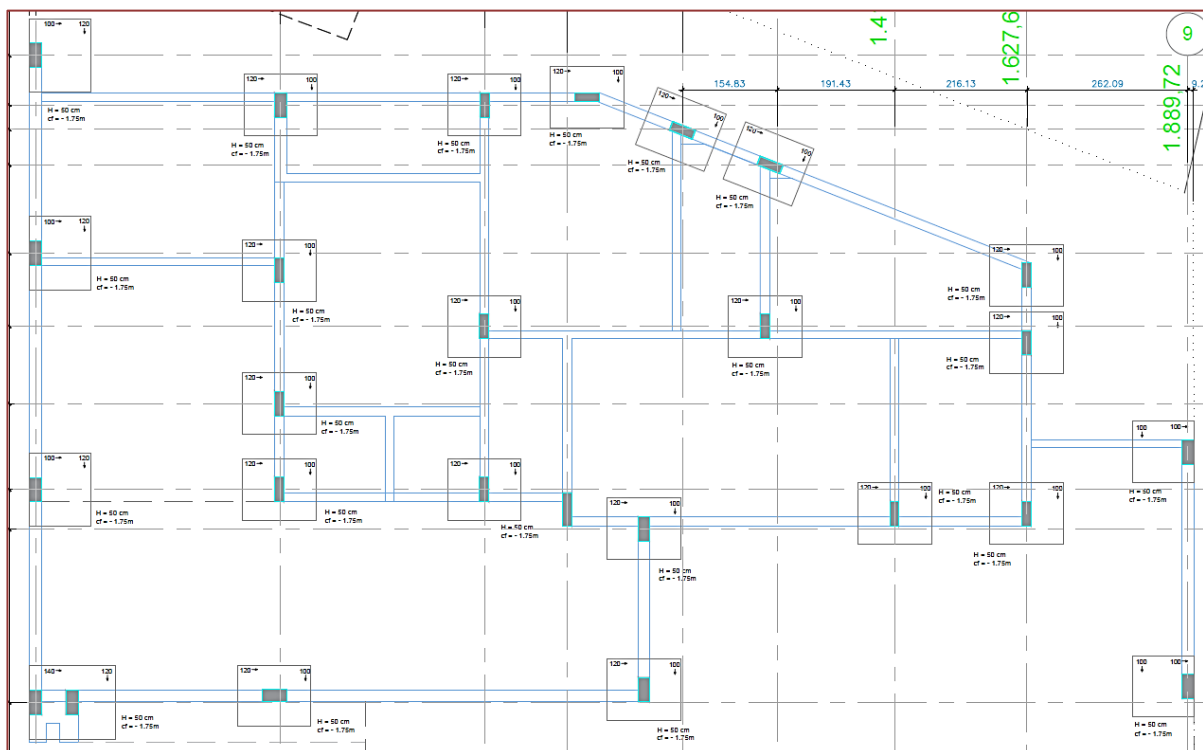
Observar os métodos adotados para execução do projeto, determinando as medidas preventivas e corretivas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXAME DE INFORMAÇÕES DO PROJETO E MÉTODOS EXECUTIVOS ADOTADOS NO LOCAL

Ao chegar na obra e tomar posse do projeto de fundação, foi observado que ao todo são 24 sapatas isoladas, 21 sapatas de 100x120cm, 2 de 100x100cm e 1 de 120x140 e todas possuem 1,75 m de profundidade.

Figura 6: Projeto de locação das sapatas isoladas



Fonte: Marcio Ricelle – Proprietário do empreendimento (2021).

A primeira etapa de execução foi a escavação das sapatas e vigas baldrame, de acordo com especificado no projeto.

Figura 7: Escavação



Fonte: autoria própria (2021).

Após a escavação, foi colocado uma camada de lastro de concreto no fundo da escavação, garantindo a regularização da base de onde será executado a fundação.

Figura 8: Lastro de concreto



Fonte: Autoria própria (2021).

É mostrado na figura posterior a colocação dos arranques dos pilares antes da concretagem.

Figura 9: Colocação da armação dos pilares antes da concretagem



Fonte: Autoria própria (2021).

É mostrado na figura anterior a colocação dos arranques dos pilares antes da concretagem.

4.2. ANÁLISE DOCUMENTAL DOS CRITÉRIOS DE PROJETO E EXECUÇÃO SUGERIDOS PELA NBR 6122

As dimensões das sapatas, sua profundidade assim como sua execução estão de acordo com os itens 6.4, 6.4.1 e 6.4.2 da NBR 6122.

4.3. AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ADOTADOS COM OS SUGERIDOS EM NORMA

Os métodos adotados para execução das sapatas estão de acordo com o recomendado pela norma. Sem ressalvas.

5. CONCLUSÕES

Ao abordar sobre o estudo neste trabalho, esperou-se estudar uma obra em execução de fundação com embasamento normativo na elaboração do projeto e execução de sapata isolada. No decorrer da execução das sapatas percebeu-se o pleno cumprimento das recomendações da NBR 6122, como mostra as imagens tiradas no ato. Cada etapa de estudo culminou para a conclusão do objetivo geral, etapas como a aferição das dimensões nos itens referenciados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6122/96: definições; fundação superficial (ou rasa ou direta). Rio de Janeiro, ABNT, 1996. 10-13
- [2] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6122/96: definições; fundação superficial (ou rasa ou direta). Rio de Janeiro, ABNT, 1996. 2 p.
- [3] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 8036/83: procedimento mínimo; número e locação das sondagens. Rio de Janeiro, ABNT, 1983. 3 p.

- [4] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6484/20: Tabela A.1 - Estado de compacidade e consistência. Rio de Janeiro, ABNT, 1983.
- [5] Falconi, F. et al. Fundações: Teoria e prática. 2 ed. São Paulo. Pini, 1998. p. 227-228.
- [6] Falconi, F. et al. Fundações: Teoria e prática. 2 ed. São Paulo. Pini, 1998. p. 214-215.
- [7] VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações: Critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. v. completo. São Paulo. Oficina de Textos, 2010. p. 46-48.
- [8] VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações: Critérios de projeto, investigação de subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. v. completo. São Paulo. Oficina de Textos, 2010. p. 35-39.

Capítulo 14

O novo marco regulatório do saneamento e seus reflexos na cidade de Manaus

Willian Ribeiro de Jesus

Resumo: O estudo tem o objetivo de analisar as mudanças impostas pelo novo marco regulatório e apresentar o cenário da cidade de Manaus na disponibilidade de serviços de saneamento básico para a população manauara. A metodologia utilizada para a elaboração do presente estudo foi a pesquisa bibliográfica no qual foi baseada nas diretrizes da publicação da atualização do marco legal do saneamento básico e alteração da lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Demonstrando as perspectivas do novo marco e levantando dados foi possível com o presente estudo explorar as propostas do marco, identificando as responsabilidades das competências dos serviços a serem prestados. Os resultados obtidos demonstraram que investimentos a longo prazo não podem estar sujeitos a mudanças repentinas contudo, o importante é que haja um sistema eficiente de monitoramento e de regras claras que permitam aos concessionárias públicas e/ou privadas, executarem um bom planejamento e uma execução de qualidade para que o serviço de saneamento de qualidade possa chegar em todos os nossos lares.

Palavras-chaves: Novo marco. Saneamento. Projeto. Lei.

1. INTRODUÇÃO

O marco legal do saneamento, **lei 14.026 de 15 de julho de 2020**, implanta uma série de mudanças na questão das normas vigentes sobre regulação do sistema de saneamento básico no Brasil. O objetivo dessa lei é promover a expansão dos serviços e melhorias nas redes de distribuição de água, esgoto assegurando um desenvolvimento sustentável a todo país

A mudança no marco é um passo importante para remodelar a realidade de milhões de brasileiros, principalmente a da população do estado do Amazonas, especificamente aos moradores da cidade de Manaus que apesar de ser 7ª cidade mais populosa do país a capital conta com uma estrutura insuficiente de suporte de acesso a serviços básicos como coleta de esgoto e tratamento do mesmo.

Segundo dados da concessionária atuante na capital amazonense estima-se que menos de 25% da população detém um sistema de saneamento básico de qualidade. A concessionária responsável pela disponibilização dos serviços na capital estima que mais de 1 milhão de litros de esgotos são coletados e tratados por mês. Número que deverá aumentar com as propostas do novo decreto.

Tendo em vista o seu crescimento populacional, Manaus enfrenta problemas na sua infraestrutura. Um dos campos mais afetados desencadeado por esses fluxos migratórios desorganizados é de cunho social aqui representados pelos problemas de saneamento básico do município.

O presente estudo irá abordar o novo marco regulatório do saneamento básico e as condições urbanas da cidade de Manaus na preservação da saúde pública como coleta e tratamento de esgoto e tratamento e disponibilidade de água potável a população manauara.

A capital amazonense é historicamente marcada por graves limitações à coleta e tratamento de esgoto sendo um empecilho no avanço do desenvolvimento social. O artigo pretende apresentar o cenário atual do saneamento básico da cidade de Manaus e compreender as mudanças do novo marco regulatório.

Nos últimos anos ocorreram seis das maiores cheias históricas no Amazonas e a última ocorrida em 2021 trouxe consequências desagradáveis e ficou evidente a falta de um saneamento básico de qualidade em Manaus. O artigo irá abordar o novo marco regulatório do saneamento básico e a situação em que Manaus se encontra diante da disponibilidade de serviços de tratamento e coleta de esgoto e tratamento e distribuição de água. Foi identificado o órgão local responsável e suas responsabilidades, consequentemente foi possível realizar um levantamento de dados obtidos das últimas publicações do Instituto Trata Brasil analisando e comparando com dados anteriores e por fim irá ser abordado as medidas almejadas pelo novo marco regulatório.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O NOVO MARCO REGULATÓRIO DO SANEAMENTO BÁSICO

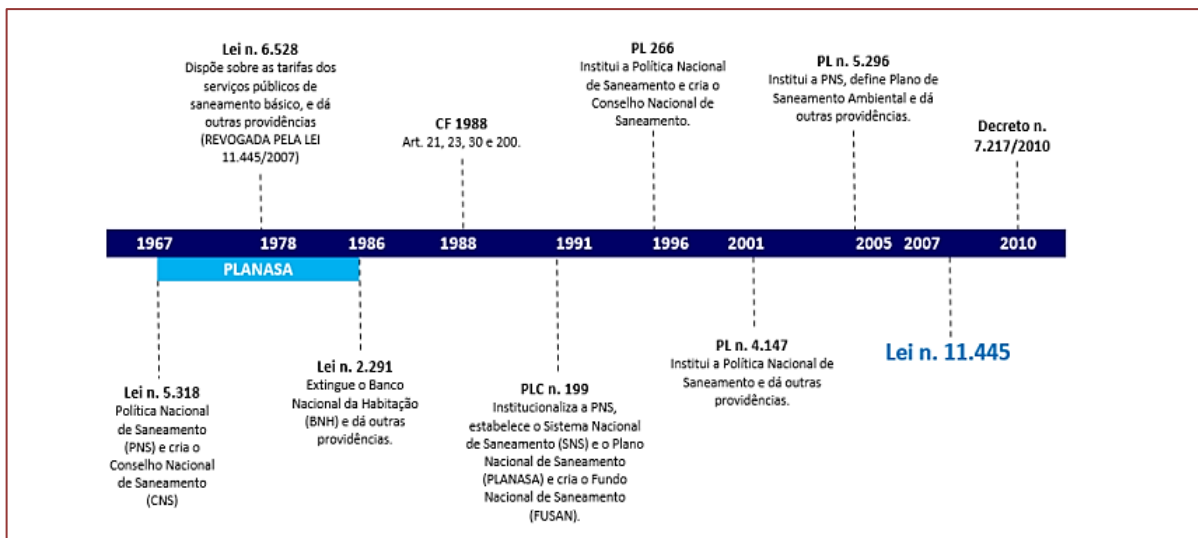
A nova regulamentação é um decreto do governo federal que foi publicada em julho de 2020. O novo decreto é fruto de intensas discussões no setor nos anos anteriores, desde a edição da medida provisória **nº 844 de 06 de julho de 2018**, que pretendia uma maior abertura do mercado de saneamento básico para empresas privadas, entre outras mudanças. A **lei nº 14.026/2020** tem por objetivo alcançar a universalização de acesso

a serviços de saneamento básico no território brasileiro e expandir o acesso a água tratada e a rede coletora de esgoto para toda população.

No parâmetro geral do país somente 54% dos brasileiros hoje tem acesso a coleta de esgoto e desse esgoto coletado somente 49% é tratado, o que significa que aproximadamente 100 milhões de pessoas utilizam medidas alternativas para coletar e afastar o esgoto de suas moradias, ou sejam, utilizam fossas negras ou filtro, e até mesmo lançam o esgoto diretamente nos rios sendo essa última alternativa recorrente em muitos bairros de Manaus. O objetivo do governo federal com essa lei é garantir a entrada de investimentos necessários para que aplique a universalização e o acesso ao saneamento no país. A pandemia demonstrou a necessidade da importância da higiene, saúde e qualidade de vida nas habitações.

A nova regulamentação inovou na medida que traz igualdade de condições entre empresas públicas e privadas. Por exemplo quando houver um leilão por uma concessão tanto uma empresa pública como uma privada podem concorrer nos mesmos parâmetros e independente de quem ganhar essa concessão existirá metas e serem cumpridas como: ampliação de redes, manutenção de redes existentes, qualidade de atendimento à população e se por inadimplência ou incompetência não atender as metas estabelecidas eles ficam sujeitas a perder o contrato.

Figura 1 – Linha do tempo de decretos regulamentários de saneamento



Fonte: IERB, 2020.

2.2. O ATUAL CENÁRIO DO SANEAMENTO BÁSICO NA CAPITAL AMAZONENSE E CONCESSIONÁRIA ATUANTE NA CIDADE.

Atualmente a capital do estado do Amazonas, destaca-se como metrópole da região norte do Brasil, possuindo uma área territorial de 11.401.092 km² e uma população estimada de 2.255.093 pessoas e densidade demográfica 158,06 hab/km² segundos dados do IBGE (2020). Em questão de abastecimento de água, Manaus possui quatro Estações de tratamento de Águas (ETAs). No complexo da ponta Ismael, zona oeste, estão localizadas as ETA 1 e ETA 2, responsável por abastecer 80% da cidade. A ETA Mauzinho

fica na zona sul da capital mais precisamente no bairro do Mauzinho e a ETA das Pontas das Lajes associada com o programa Água para Manaus (PROAMA), localizado na zona leste.

Manaus possui o sistema de abastecimento, coleta e tratamento de esgoto aperado pela Águas de Manaus com uma abrangência superior a 500 metros de redes coletoras ligadas a 60 estações de tratamento 51 elevatórias divididas em dois sistemas:

O primeiro abrande o centro da cidade incorporando a zona sul com um sistema integrado e o segundo por formado por um conjunto de vários sistemas dispostos em pontos espalhados pela cidade englobando conjuntos habitacionais e vilas residenciais

A Água de Manaus, possui, ainda, outros 41 centros de produção de águas subterrâneas (CPAs) em operação. Segundo dados do Instituto Trata Brasil, Manaus chegou a 97,50% de abastecimento de água em 2019, sendo a capital brasileira que mais aumentou seus níveis de atendimento em água, apresentando um crescimento de aproximadamente de 12 pontos percentuais entre 2015 e 2019, sendo que em 2015 a cobertura era de 87,42%. Segundo a concessionária Águas de Manaus (s/d), hoje são retirados mais de 630 milhões de litros de água diretamente do Rio Negro, onde são realizadas aproximadamente 30 mil análises mensais e para análise da mesma são utilizados mais ou menos 80 parâmetros que determinam e monitoram a turbidez, metais pesados e bactérias. Durante essa análise o tratamento é submetido a um rigoroso processo que envolve: pré-alcalinização, coagulação, floculação, decantação e flotação, filtração, desinfecção, fluoretação e ajuste do PH.

Em julho de 2018, a concessionária inaugurou a estação de coleta e tratamento de Esgotos Timbira (ETE/Timbiras) levando os serviços aos moradores do bairro do Cidade Nova e proximidades. Na mesma região, na zona norte, serviços como: extensão e substituição de redes de coleta também foram executados. Nos últimos oito anos Manaus se manteve no ranking das piores cidades em tratamento de esgoto sanitário, segundo relatório do Instituto Trata Brasil (2021/ SNIS 2019).

Indicador IN056- Índice de atendimento total de esgoto.

O primeiro indicador desta categoria é o índice de atendimento total de esgoto (ITE) que de acordo com o SNIS, é calculado da seguinte forma:

$$\text{Índice de atendimento total de esgoto} = \frac{\text{População Atendida com Esgoto}}{\text{População Total}}$$

Figura 2- Piores municípios para o índice de atendimento total de esgoto IN056

92	Rio Branco	AC	21,65
93	Manaus	AM	19,90
94	Jaboatão dos Guararapes	PE	18,94
95	Belém	PA	15,77
96	Macapá	AP	10,98
97	Porto Velho	RO	4,67
98	Santarém	PA	4,17
99	Ananindeua	PA	2,08
100	São João de Meriti	PA	0,00

Fonte: Instituto Trata Brasil.

2.3. AS PRINCIPAIS MUDANÇAS DO NOVO MARCO

Com a aprovação da **Lei 14.026/2020** o setor passará por mudanças, será abordado adiante as principais mudanças.

Principais mudanças no novo marco legal do saneamento:

- Obrigatoriedade de licitação:

Cabem aos governos agora acolherem a livre concorrência nas atividades de saneamento, se antes só eram permitidas empresas públicas ou de economia mistas a lei agora abriu espaço para participações de iniciativas privadas sendo que as mesmas podem participar de licitações para prestação de serviços contudo a regulação continua sendo do setor federal.

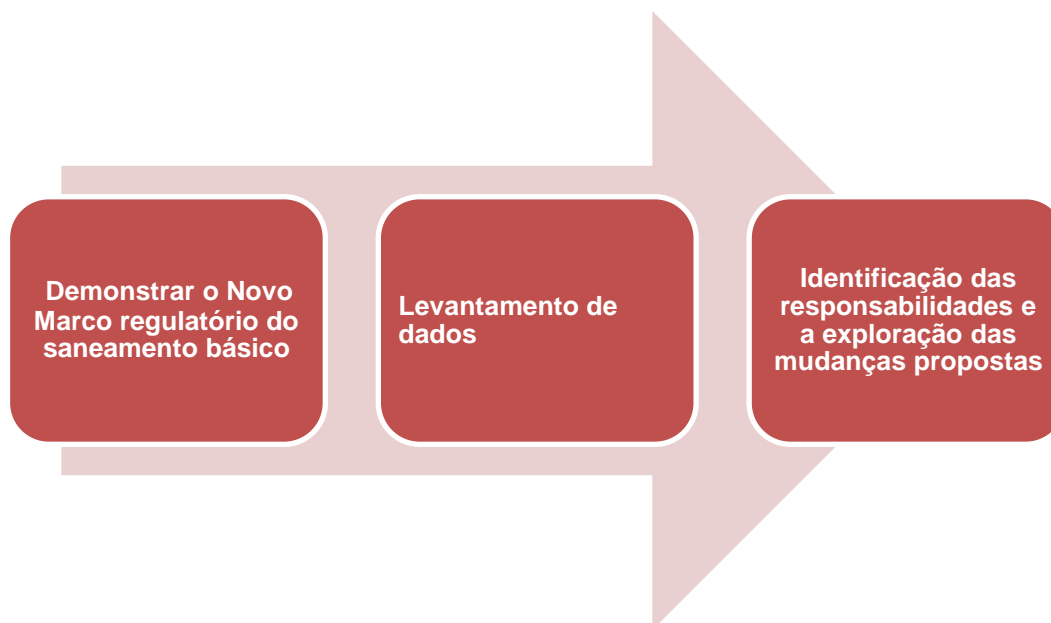
Criação de blocos de regionalização:

Municípios de menores proporções podem se agrupar a grupos da cidade para promover e assegurar serviços de qualidade no setor.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia utilizada para elaboração do presente estudo foi a pesquisa bibliográfica na base de diretrizes da publicação da atualização do marco legal do saneamento básico e alteração da **Lei 11.445/2007**. A pesquisa realizada nesse trabalho pode ser classificada quanto a natureza como pesquisa básica, pois objetiva gerar conhecimentos que possam contribuir para a atividade de desenvolvimento socioeconômicas para uma capital brasileira.

Figura 1



Fonte: Autoria própria (2021).

3.1. DEMONSTRAR O NOVO MARCO REGULATÓRIO DO SANEAMENTO BÁSICO.

Foi realizado o estudo do documento regulamentado fazendo-se uma revisão dos decretos e documentos anteriores de forma paralela para se obter as principais ideias do decreto.

3.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Conforme dados obtidos do Instituto Trata Brasil e da concessionária local foram examinadas as informações de forma paralela sobre a situação do saneamento básico de Manaus e foi feita a comparação com o cenário almejado pelo novo marco.

3.3. IDENTIFICAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E A EXPLORAÇÃO DAS MUDANÇAS PROPOSTAS

Após a leitura do documento do novo marco regulatório, foram identificadas mediante a análise documental as responsabilidades, consequentemente a identificação do órgão responsável atuante pelo fornecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto na capital amazonense.

4. RESULTADOS E DISCURSÕES

O saneamento básico é um dos fatores determinantes para a economia de um país, estado ou cidade. No Brasil, infelizmente ainda tem indicadores dos séculos 18 e 19, ressaltando que os setores de saúde, meio ambiente e turismo são os mais afetados pela falta de serviço.

4.1. DEMONSTRAR O NOVO MARCO REGULATÓRIO DO SANEAMENTO BÁSICO

Com a reformulação da **Lei nº 11.445/2007**, o novo texto promove mudanças na **Lei nº 9.984/2000** que dispunha sobre as atribuições da Agência Nacional de Águas e saneamento básico (ANA). A nova regulamentação também altera leis que permitem a participação companhias privadas

4.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

Foi observado que atualmente a rede de coleta de esgoto está disponível para 20% da população, mas apenas 12% está conectada. Muitas residências ainda utilizam outras formas de disposição de seus esgotos ou fossas septais. Vale ressaltar também os problemas de logística das ligações pois muitas habitações estão em vielas e becos dificultando o acesso a esses serviços. Em relação a água o problema está nas perdas do fluido. Do total de água captada, 40% acaba se perdendo por conta de ligações irregulares e mau uso.

4.3. IDENTIFICAÇÃO DAS RESPONSABILIDADES E A EXPLORAÇÃO DAS MUDANÇAS PROPOSTAS

Mesmo com a vigência da ANA é de suma importância que as agências locais reguladoras apresentem seus objetivos e planos nas suas localidades. A agência nacional oferece suporte técnico e subsídio financeiro para o desenvolvimento de ações

5. CONCLUSÕES

Os investimentos a serem realizados conforme prevista na legislação do novo marco regulatório podem a longo prazo um grande avanço para a capital amazonense. O projeto de Lei tramita em caráter conclusivo e será analisado pelas comissões de desenvolvimento urbano; de trabalho; de administração e serviço público de finanças e tributação; e de constituição justiça e de cidadania. Foram analisadas as medidas necessárias para adequação ao novo marco regulatório do saneamento básico na cidade de Manaus por meio de uma análise do plano nacional dos resíduos sólidos, por meio da situação atual. Foram prorrogadas o projeto de Lei **1414/21** em razão da pandemia do novo corona vírus, alguns dos prazos previstos no marco regulatório do saneamento básico. O texto lamentavelmente está em análise na câmara dos deputados não permitindo uma análise mais profunda dos reflexos do projeto. O nível de educação do nosso país ainda deixa a desejar. É preciso levar o assunto a educação fundamental e média. Não adianta disponibilizarmos sistemas de primeiro mundo se as pessoas não fazem o uso correto e não zelam pelo mesmo. É mais fácil optarem por exemplo a aquisição por sistemas de poços do que investirem no sistema padrão esgoto-sanitário.

REFERÊNCIAS

- [1] CARLOS, Édison. Brasil – O país que esqueceu do básico. In: DICKSTEIN, André Constant; CHERMONT, Juliana (Org.). Vozes para o saneamento básico. Instituto de Educação Roberto Bernardes Barroso: Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, 2020

- [2] HEINEN, Juliano. A regulação do saneamento básico no Brasil. CONJUR. Disponível em: [<https://www.conjur.com.br/2020-ago-17/juliano-heinen-regulacao-saneamento-basico-brasil>]. Acesso em: 07.09.2021
- [3] LAHOZ, Rodrigo Augusto Lazzari. Serviços Públicos de Saneamento Básico e Saúde Pública no Brasil. São Paulo: Almedina, 2016.
- [4] DAL POZZO, Augusto Neves. Lei FEDERAL nº 14.026/2020. O Novo Marco regulatório do Saneamento Básico. 1. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil 2020.
- [5] Brasil. LEI nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União 2020:16 jul.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

