

# Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no contexto da era contemporânea

## ORGANIZADORES

SARA DOS SANTOS SANTARÉM  
FABRÍCIO DE AMORIM RODRIGUES  
SUELÂNIA CRISTINA GONZAGA DE FIGUEIREDO



Editora Poisson

VOLUME

4

Sara dos Santos Santarém  
Fabrício de Amorim Rodrigues  
Suelania Cristina Gonzaga de Figueiredo  
(Organizadores)

Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no  
contexto da era contemporânea  
Volume 4

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2022

**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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

E57

Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no contexto da era contemporânea - Volume 4/ Organização: Sara dos Santos Santarém, Fabrício de Amorim Rodrigues, Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - Belo Horizonte - MG: Poisson, 2022

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-161-0

DOI: 10.36229/978-65-5866-161-0

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Engenharia 2. Inovação. 3. Tecnologia I. SANTARÉM, Sara dos Santos II. RODRIGUES, Fabrício de Amorim III. FIGUEIREDO, Suelânia Cristina Gonzaga de IV. 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](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# *Comissão organizadora*

## **Sara dos Santos Santarém**

Mestre em engenharia civil pela Universidade Federal do Amazonas (2018) e Bacharela em Engenharia Civil (2015) pela Universidade Nilton Lins. Docente no Centro Universitário FAMETRO para o curso de Engenharia Civil. Experiência na área de Gestão, planejamento e controle, Orçamento, Projetos e Execução. Certificação em inglês Avançado (2019) pela Minds idiomas e possui experiência nos sistemas SAP, RM, UAU e SP7. Habilidades com Planilhas em Excel e MS Project e negociação com fornecedores, gerenciamento de equipes.

## **Fabrcio 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.

## **Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo**

Possui graduação em Economia, mestrado em Desenvolvimento Regional e doutorado em Ciências da Educação. Atualmente é Coordenadora de Pesquisa e Extensão do Instituto Metropolitano de Ensino-IME, atuando principalmente nos seguintes temas: Sustentabilidade, Pesquisa, Iniciação Científica, Articulação entre Pesquisa, Ensino e Extensão. Autora do Projeto Produzir e Publicar.

## *Prefácio*

A escrita acadêmica é uma modalidade de texto específica para o público acadêmico, A construção do conhecimento nos dias atuais, exige dos discentes habilidades de produções científicas pouco difundidas no decorrer da graduação, devido a essa especificidade é desafio para as instituições de ensino e professores apresentarem de maneira prática e otimizada essa temática, de forma a gerar estudantes cada vez mais interessados e preparados nesse quesito.

É comum aos acadêmicos de engenharia grande renitência a escrita, principalmente quando apresentados as disciplinas de produção metodológica e literária. Essa característica tem dia após dia contribuído para a formação de profissionais cada vez menos preparados para discussões com embasamentos teóricos agravando o cenário de despreparo em formação de ideias e debates, tão necessários atualmente.

A inserção do aluno no cenário da pesquisa permite que seja desenvolvido um aprofundamento imprescindível em assuntos de cunho técnico, trazendo expansão de linhas de conhecimento de maneira mais proveitosa e eficaz, mitigando os danos caudados por anos de conhecimento raso e limitado.

Nesse Livro, os autores são finalistas do curso de bacharelado em Engenharia Civil e abraçaram o desafio de produzirem artigos tecnicamente compatíveis com as necessidades da área, trazendo abordagens funcionais e conteúdos ricos em temas envolvendo métodos construtivos, novos materiais, otimização de processos e revisões sobre temas da construção civil que motivam o reconhecimento ao setor.

As produções que fazem composição ao livro aqui apresentado, servirão de base para diversas pesquisas futuras, apoiará as novas gerações de pesquisadores proporcionando aumento qualificado de acervo científico e contribuindo com os profissionais da engenharia civil na resolução de problemáticas rotineiras dentro dessa área de conhecimento.

Dessa maneira estima-se que esse livro sirva de aprimoramento intelectual no processo de aprendizagem e que também estimule estudantes das mais diversas extensões a produzirem novos conteúdos científicos ao longo da sua jornada acadêmica e profissional.

*Prof.<sup>a</sup> M.E Sara Santarém*

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Análise das instalações de proteção contra incêndio em uma edificação comercial localizado no centro de Manaus-AM ..... 08

Adson Kempes Bernardo Ramos, Pedro Henrique Peixoto e Lima, Rosinei Aparecida Zigartti Bastos, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.01

**Capítulo 2:** A aplicabilidade do concreto reforçado com fibras de aço na engenharia civil ..... 28

Lui Batalha Carvalho, Alisson Vasconcelos de Souza, Sara Santarém dos Santos, Jean Carlos Ramos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.02

**Capítulo 3:** Sustentabilidade na construção civil: Uma análise sobre o aproveitamento do concreto em uma empresa da construção civil na cidade de Manaus-AM..... 45

Andrey Rodrigues Monteiro, Ana Paula Rodrigues dos Santos, Frank Henrique Santos Fontineles, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.03

**Capítulo 4:** Gerenciamento de obras: Estudo de caso do uso de ferramentas de gerenciamento para o cumprimento do prazo final em obras ..... 56

Marcela Dalila Messa da Silva, Paula Lillian da Silva Brito, Luciane Farias Ribas, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.04

**Capítulo 5:** Processo construtivo de laje pré-fabricada com vigotas treliçadas..... 69

Marcus Rafael Rocha Machado, Phelipe da Silva Sousa, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.05

**Capítulo 6:** A falta de acessibilidade na Escola Municipal Padre Mário Fontenelle na cidade de Manaus: Um estudo de caso..... 81

Victor Abraham Martins, Viviane Avelino Albuquerque, Rosinei Aparecida Bastos, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.06

**Capítulo 7:** Aprovação de loteamento: Um estudo dos processos básicos para aprovação de loteamento residenciais no município de Iranduba - Amazonas..... 93

Benjamim da Costa Filho, Gilson Willian da Cunha Filho, Fabrício Amorim

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.07

# SUMÁRIO

**Capítulo 8:** Implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda ..... 114

Ítalo Pontes Carbonaro, Luiz Vitor de Lima Duarte, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.08

**Capítulo 9:** Análise das patologias dispostas na pavimentação rígida aplicada no distrito industrial da cidade de Manaus ..... 128

Keivi de Souza Silva, Jeane Gabriele Colares da Fonseca, Igor Bezerra de Lima, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.09

**Capítulo 10:** Sistemas de proteção para edificações contra descargas atmosféricas e surtos atmosféricos ..... 144

Joel Beleza Almeida, João Rubem da Cunha Oliveira Junior, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.10

**Capítulo 11:** O uso do bioconcreto como solução para fissuras, trincas e rachaduras na construção civil ..... 165

Everton Marinho Leal, Thiago Pinto Estolano, Sara Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.11

**Capítulo 12:** Programa de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem na cidade de Manaus ..... 179

Geovane Simão Correa, Fábio Guilherme Gonçalves, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-161-0.CAP.12



# Capítulo 1

## *Análise das instalações de proteção contra incêndio em uma edificação comercial localizado no centro de Manaus-AM*

*Adson Kemps Bernardo Ramos  
Pedro Henrique Peixoto e Lima  
Rosinei Aparecida Zigartti Bastos  
Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** Os incêndios são considerados fenômenos acidentais, entretanto, são preveníveis. Em razão à segurança de uma edificação, seja comercial ou não, a prevenção torna-se um fator fundamental no que se refere à perda de danos materiais ou até mesmo vida humana, de acordo com as exigências normativas. O presente trabalho teve como objetivo analisar a execução do procedimento de vistoria em uma edificação comercial, em razão dos requisitos de segurança contra incêndio, localizado no centro de Manaus-AM. Diante deste cenário, buscou-se realizar uma pesquisa bibliográfica mediante a um estudo de caso, desenvolvido com base em livros e trabalhos científicos para uma melhor abordagem sobre o tema em estudo. Através dos resultados, são apresentados os elementos imprescindíveis para a composição de um sistema eficiente a prevenção e combate a incêndios compreendendo as principais medidas de controle em função de manter segura uma edificação. E por fim, tais métodos demonstram capacidade ampla em proteger tanto a estrutura, abrangendo os recursos, quanto a vida humana, desde que sejam cumpridas as diretrizes impostas pelas legislações.

**Palavras-chave:** Incêndios, Prevenção, Edificação, Segurança.



## 1. INTRODUÇÃO

A Prevenção e Combate a Incêndios é considerada uma das principais medidas de controle e prevenção de fenômenos acidentais, e principalmente, os incêndios. Embora sejam considerados de causas ocasionais, podem ser prevenido uma vez que realizado com eficácia medidas de controle de riscos através de análises e investigações, mediante aos possíveis princípios que possam vir a iniciar um incêndio futuramente, compreendendo a caracterização dos combustíveis, e conseqüentemente, elaborar parâmetros adequados, de forma competente e seguros, a fim de resultar em soluções para estas respectivas decorrências. Diante desta realidade, a partir do aumento da taxa de incêndios, sem o devido conhecimento de origem, torna-se cada vez mais exigente os estudos além da fiscalização dos métodos desenvolvidos dentro das edificações, sejam comerciais ou não.

Para que uma estrutura seja considerada segura, é fundamental que se explane um projeto de segurança, com enfoque na proteção de vidas humanas e secundariamente os recursos materiais envolvidos, na medida em que os danos causados pelo fogo podem se tornar irreversíveis, comprometendo toda a edificação. Desta forma, a precaução contra incêndio deve abranger como um fator obrigatório dentro do planejamento de uma obra, dado que é imprescindível conter soluções mais abrangentes e científicas, através da execução de inspeções, testes e manutenção constante, independente do custo financeiro, pois a prevenção representa um papel relevante e econômico quando comparado aos efeitos das despesas que uma ignição pode provocar, seja derivada da ação humana ou até mesmo natural.

Baseado neste contexto, o presente trabalho buscou-se realizar uma pesquisa bibliográfica desenvolvida com base em livros e trabalhos científicos para uma melhor abordagem sobre o tema em estudo, visando a execução do procedimento de vistoria em uma edificação comercial, em razão da análise dos requisitos de segurança contra incêndio, localizado no centro de Manaus-AM. Conclui-se que os sistemas de proteção contra incêndio dispõem de uma série de exigências básicas conforme a ABNT (Associação Brasileira de Norma Técnica) para a eficiência dos mesmos, de acordo com a função para quais foram destinados mediante as vistorias e manutenção, e principalmente, verificar se os respectivos componentes indispensáveis de prevenção e combate a incêndio estão de acordo com as legislações.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. FOGO

Conforme normas de vários países não há um consenso global para definição de fogo. Vejamos a seguir:

a) Brasil - NBR 13860: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.

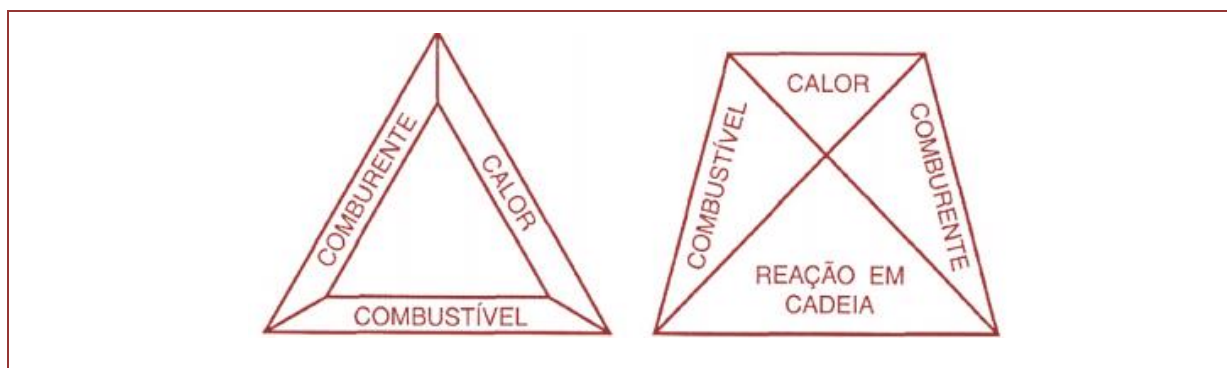
b) Estados Unidos da América - (NF PA): fogo é a oxidação rápida autossustentada acompanhada de evolução variada da intensidade de calor e de luz.

c) Internacional - ISO 8421-1: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado de fumaça, chama ou ambos.

d) Inglaterra - BS 4422: Part 1: fogo é o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor acompanhado por fumaça, chama ou ambos.

Segundo Dias (2016, P.09) “A humanidade incorporou o fogo à sua rotina há milhares de anos e, ao longo do tempo, foi estabelecendo melhores formas de controlá-lo e de lidar com ele de maneira a comprometer cada vez menos sua integridade.” Conforme o Tenente-Coronel Abel Batista Camillo Júnior (2019), Os elementos que formam o fogo são quatro: combustível, comburente, calor e reação em cadeia. Esse quarto elemento, também denominado transformação em cadeia, forma o quadrado ou tetraedro do fogo, substituindo o antigo triângulo do fogo. Conforme mostra a figura 1.

Figura 1 – Triângulo e tetraedro do fogo



Fonte: Manual de combate a incêndios (2017).






Ornelas (2016) afirma que, “Incêndio, portanto, é o nome dado ao fogo que foge ao controle e consome aquilo a que não deveria consumir, podendo, pela ação das suas chamas, calor e/ou fumaça, proporcionar danos à vida, ao patrimônio e ao meio ambiente.” Em outras palavras, o fogo é uma combustão viva que se manifesta através da produção de chamas que geram luz e desprendem calor, além da emissão de fumaça, gases e outros resíduos. Segundo Brentano (2015), cada um desses produtos derivados da combustão geram consequências:

- As chamas formam a parte espetacular e visível do fogo, iluminam e atraem;
- A fumaça impede a visibilidade, provoca pânico, intoxica e/ou asfixia, dificulta a saída e a aproximação para o combate ao fogo, corrói objetos frágeis;
- Os gases são invisíveis, podem ser tóxicos, inodoros e a sua difusão provoca a propagação do fogo. Atualmente, com os materiais sintéticos cada vez em maior quantidade usados nos revestimentos de construções, aumentou a quantidade de produtos gasosos prejudiciais ao homem em uma situação de incêndio. A fumaça e os gases tóxicos são responsáveis por mais de 80% das mortes em incêndios;
- O calor aquece o ar chegando a altíssimas temperaturas, provocando a propagação do fogo através da combustão espontânea de certos materiais e a deformação e a perda de resistência de outros; como exemplo a própria estrutura de uma edificação;
- O oxigênio do ar é consumido durante a combustão em ambientes fechados tornando-o irrespirável;
- Os resíduos deixados pelos combustíveis sólidos comuns, como as cinzas, além de emitirem fumaças.

## 2.2. CLASSES DE INCÊNDIOS

Segundo Barsano (2015), o incêndio é classificado conforme com a periculosidade e propriedades dos materiais combustíveis, conforme com as particularidades específicas de cada sinistro, ou seja, características dos materiais supostamente envolvidos na ocorrência de incêndio e com isso possa ser definido o agente extintor apropriado no combate do mesmo. Os incêndios são classificados em 5 classes, onde é identificado conforme o material combustível. Conforme o quadro 01 abaixo.

Quadro 1 – Classe de fogos

Classes de Extintores	Recomendado
<b>Classe A</b> 	São para princípio de incêndio, onde queima em razão de seu volume em superfície, profundidade e que deixa resíduos ou cinzas. Os exemplos dessa classe são: Papel, Carvão e Madeira.
<b>Classe B</b> 	São para princípios de incêndio ocorridos em materiais combustíveis que queima em superfície e não deixam resíduos. Os exemplos dessa classe são: Gasolina, Óleo e Glp.
<b>Classe C</b> 	São para princípios de incêndio ocorridos em matérias energizados. Deve ser usado agente extintor não condutor de eletricidade. Os exemplos dessa classe são: Transformadores, computadores e motores.
<b>Classe D</b> 	São para princípios de incêndios ocorridos em materiais pirofóricos, ou seja, em metais combustíveis. Onde irradiam uma forte luz e são muito difíceis de serem apagados. Os exemplos dessa classe são: rodas de magnésio, potássio, alumínio em pó, titânio e sódio.
<b>Classe K</b> 	São princípios de incêndio ocorridos em óleos vegetais, óleos animais ou gorduras, graxas, etc., muitos desses são empregados em cozinhas comerciais e industriais. São usados pó químico seco e líquidos especiais

Fonte: Autores (2020)

## 2.3. INCÊNDIO

O incêndio pode ser definido como sendo a presença de fogo em ambiente não desejado capaz de gerar prejuízos de grandes dimensões e perdas de materiais, humanas e sociais. Ainda pode ser considerado como uma queima acelerada que se propaga, descontroladamente, no tempo e no espaço. O livro Segurança Contra Incêndio no Brasil (2016), escrito sob a coordenação de Alexandre Seito, fornece algumas definições. Pela própria NBR 13860, tem-se que: “incêndio é o fogo fora de controle”. Pela Internacional ISO 8421-1, tem-se que: “incêndio é a combustão rápida disseminando-se de forma

descontrolada no tempo e espaço”. Como resultado da queima de combustíveis, o incêndio produz, conforme o quadro 02 abaixo:

Quadro 2 – Incêndio produz

Gases
Chamas
Calor
Fumaça

Fonte: Autores (2020)

### 2.3.1. CAUSAS DE INCÊNDIO

O incêndio sempre é um evento indesejado que podem trazer várias consequências para vidas e patrimônios. As causas de incêndio podem ser várias, é importante que fiquem sempre atentos as reações do incêndio para evitar prejuízo ao patrimônio, meio ambiente e a vidas das pessoas.

De acordo com Rosa (2015) as causas de um incêndio podem ser classificadas em quatro grupos:

- Causas naturais: São incêndios que não é controlado pelo ser humano, são fenômenos naturais. Exemplo de causas naturais: Descarga atmosférica (raios), terremotos, erupções.

- Causas artificiais: São incêndios causados pela ação ou negligencia humana, podendo ser evitado ou tomado medidas de precaução. Exemplo de causas artificiais: Quando uma pessoa inicia o fogo em vegetação e não tem controle do mesmo.

- Causas Acidentais: São incêndios iniciado pelo ser humano, onde não tem intenção de causar o incêndio. Exemplo de causas acidentais: Aquecimento de motor devido à falta de manutenção que posteriormente pode ocasionar um curto circuito e depois um incêndio.

- Causas Propositais: São incêndios com intenção de trazer prejuízos. Exemplos: fraudar e receber seguros, queima de arquivo, inveja, crimes passionais, piromania, etc.

### 2.4. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

As medidas de proteção contra incêndio são separadas em duas classes: as medidas de proteção passiva; e as medidas de proteção ativa. Após as primeiras tragédias de incêndios acontecerem o ministério do trabalho editou a Norma Regulamentadora 23 (NR-23) – Proteção Contra Incêndios, em 1978 fazendo uma reestruturação na segurança do trabalho e novas regras de proteção.

As Instruções Técnicas também são chamadas de IT's. Essas instruções são elaboradas pelo Corpo de Bombeiro junto a Polícia Militar e, contém informações e procedimentos necessários para a segurança contra incêndio. Abaixo mostra os principais IT's do Estado de São Paulo de segurança contra incêndio e algumas atualização das IT's do estado Amazonas. Conforme o quadro 03 abaixo:

Quadro 3 – Normas técnicas e Instruções técnicas

NT 03/2019	Procedimentos Administrativos (Substituiu a IT-01 (Estado do Amazonas))
IT 02	Conceitos Básicos de Segurança contra incêndio
IT 03	Terminologia gráficos para projeto de segurança contra incêndio
IT 04	Símbolos gráficos para projeto de segurança contra incêndio
IT 05/	Segurança contra incêndio – urbanística
IT 11/2015	Saídas de emergência
IT 13	Pressurização de escada de segurança
IT 14	Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco
IT 16	Plano de emergência contra incêndio
IT 19	Sistema de detecção e alarme de incêndio
IT 21	Extintores

Fonte: Autores (2020)

### 2.4.1. PROTEÇÃO PASSIVA

De acordo com a IT-02 do estado de São Paulo a proteção passiva diz respeito às medidas incorporadas à edificação e que não precisam de um acionamento para desempenhar seu papel em um incêndio. Estas medidas têm por objetivo minimizar as possibilidades da eclosão de um princípio de fogo, bem com reduzir a probabilidade de seu alastramento entre as edificações. O quadro 4 mostra os exemplos de medidas de proteção passiva.

Quadro 4 – Exemplos de medidas de proteção passiva

Medidas de Proteção Passiva	
<b>Compartimentação</b>	Elementos construtivos capazes de evitar, ou minimizar, a propagação do incêndio na edificação.
<b>Saídas de emergência</b>	Na ocorrência de incêndio, é indispensável que os ocupantes tenham a possibilidade de saírem do edifício por meios próprios, utilizando rotas de fuga seguras, livres dos efeitos do fogo.
<b>Revestimento estrutural</b>	Estruturação feita com materiais que tenham menor perda de resistência e rigidez quando submetidos a temperaturas elevadas.
<b>Acabamentos com proteção</b>	Os materiais usados nos acabamentos e revestimentos internos são de extrema importância para a segurança contra incêndio.

Fonte: Ornelas (2016)

Esses cuidados são tomados no início do planejamento do projeto, onde foi proposta a localização adequada dos equipamentos de incêndios, utilizando os mesmos de detecção de alarmes de combate ao fogo, como sensores, detectores de fumaça e calor, entre outros.

### 2.4.2. PROTEÇÃO ATIVA

Segundo a IT-02 (2011) do estado de São Paulo a proteção ativa, por sua vez, é composta por equipamentos contra incêndio, onde está ligado a reação ao fogo que já tenha iniciado em uma edificação. Podendo ser utilizado de modo manual ou automático. Estas medidas visam agir sobre o fogo já existente, para eliminá-lo ou, então, controlá-lo até à chegada do corpo de bombeiros ao local, criando facilidades para que este combate seja o mais eficaz possível. Para proteção ativa, as principais medidas são:

- Sistema de extintores de incêndio;
- Sistema de Hidrantes;
- Sistema de detecção e de alarme de incêndio;
- Sistema de sinalização de emergência;
- Sistema de controle da fumaça de incêndio;
- Sistema de iluminação de emergência;
- Sistema “Sprinklers” ou chuveiros automáticos;
- Brigada de incêndio;

### 2.5. PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

O projeto de prevenção e combate a incêndio é um documento de segurança da edificação, elaborado conforme as diretrizes e normas estaduais para prevenir e impedir a expansão de incêndio.

A segurança contra incêndio é importante nas edificações para manter a segurança das vidas, meio ambiente e perdas de patrimônios. O projeto de proteção contra incêndio deve ser elaborado nas etapas iniciais com objetivos definidos, pois é nessa etapa que surgem as questões e dúvidas pertinentes ao projeto. Para que a edificação esteja segura e amparada, faz-se necessário a execução de todo o sistema na edificação.

Conforme o decreto número 24.054 de 2004, Instituído pela Lei nº 2.812, de 17 de julho de 2003, classifica as edificações em relação a seu tipo de ocupação, em uma nomenclatura utilizada nas Instruções Técnicas e a IT 01, que foi substituída pela NT-03/2019, que disponibiliza através da área da edificação e seu tipo de ocupação, as medidas a serem tomadas para o combate ao incêndio na edificação (CBMAM, 2019). Para execução do projeto a construtora deve ir junto ao órgão municipal (secretária de obras), e apresentar todos os projetos e documentação de regulamentação necessária, a fim de obter alvará de construção civil, documento que autorizará o início da execução da obra. Os serviços serão planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, e a com descrição detalhada de cada tarefa, assinados por profissionais devidamente habilitados.



Os projetos dos meios de proteção para os ocupantes da edificação dependem do tipo de ocupação da mesma, como por exemplo:

- Quais são as atividades desenvolvidas na edificação?
- Quais são as possíveis fontes de fogo na edificação?
- Que produtos combustíveis são usados ou existem na edificação?
- Que características físicas ou mentais possuem seus ocupantes?
- Como pode ser o comportamento dos mesmos durante uma emergência de incêndio?

## 2.6. LEGISLAÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Antes de iniciar o projeto de prevenção à empresa ou profissional habilitado deve se basear nas normas e procedimentos técnicos do código de segurança contra incêndio e pânico. Mas, infelizmente só aprendemos a dar à devida importância a prevenção contra o incêndio após os grandes incêndios que aconteceram no país, para só então criar as legislações. As normas vigentes fornecem ferramentas para planejar e executar o sistema de abandono em caso de emergência em qualquer tipo de edificação seja ela residencial, comercial ou industrial, Conforme o quadro 5 abaixo:

Quadro 5 – Exemplo de NBR (Norma Brasileira Regulamentadora)

NBR 12.693	Sistema de Proteção por Extintores
NBR 9.077	Saídas de emergências em edifícios
NBR 13.434	Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico
NBR 10.898	Sistema de Iluminação de Emergência
NBR 14.276	Brigada de Incêndio
NBR 17240	Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio: projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de alarme de incêndio – Requisitos.
NBR 5667	Sistemas de hidrantes
NBR 6492	Representação de projetos de arquitetura
NBR 5419	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

Fonte: Autores (2020)

Segundo a NBR – 10898 a iluminação de emergência deve clarear áreas escuras de passagens, horizontais e verticais, incluindo áreas de trabalho e áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais e normais, na falta de iluminação normal.

### 2.6.1. NR-23: PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Segundo a NR 23 (2011) A vigésima terceira Norma Regulamentadora do Trabalho, cujo título é Proteção Contra Incêndios, institui as medidas de proteção contra incêndio das quais devem dispor os ambientes de trabalho, propendendo à proteção da saúde e da integridade física dos trabalhadores. A NR 23 (2011) tem a sua existência

jurídica assegurada em nível de legislação ordinária, no inciso IV do artigo 200 da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho). Estabelece critérios que os empregadores devem adotar medidas de prevenção e combate a incêndio de acordo com as normas aplicáveis.

Atualizada em 06 de maio de 2011, afirma que todos os empregadores devem tomar medidas de prevenção de incêndios, em conformidade com a legislação estadual e as normas técnicas aplicáveis. Declara também que o empregador deve fornecer para todos os trabalhadores informações sobre: a) utilização dos equipamentos de combate ao incêndio; b) procedimentos para evacuação dos locais de trabalho com segurança; c) dispositivos de alarme existentes.

Os locais de trabalho deverão dispor de saídas, em número suficiente e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança, em caso de emergência. As aberturas, saídas e vias de passagem devem ser claramente assinaladas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída. Nenhuma saída de emergência deverá ser fechada à chave ou presa durante a jornada de trabalho.

A legislação diz que o Corpo de Bombeiros do estado tem a incumbência de comunicar e multar as edificações que não atenderem aos requisitos exigidos por ela, como também embargar edifícios e áreas que oferecem risco iminente de incêndios e interditar obras e serviços que apresentem os mesmos fatores. Caso sejam averiguadas irregularidades na edificação, esta somente funcionará posteriormente a sua regularização junto ao CBMAM.

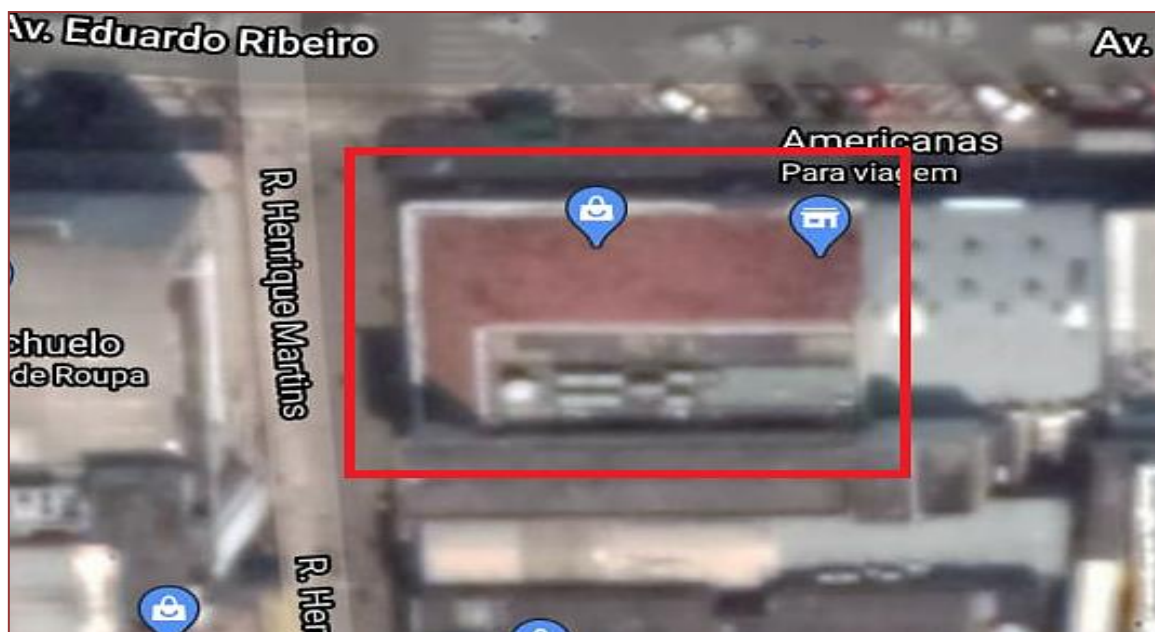
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Na metodologia são apresentados os procedimentos realizados durante a pesquisa. Para Zanela (2017), define o método como o ramo da metodologia científica e da pesquisa, que se ocupa do estudo analítico e crítico dos métodos de investigação. Para a pesquisa do artigo utilizou-se das análises em uma loja comercial, localizada no centro de Manaus-AM, onde foram realizadas vistorias in loco tendo como objetivo coletar informações referentes aos itens de segurança contra incêndio como: extintores, sistemas de hidrantes, sinalização e luminárias de emergência e sistema de SPDA (Sistema de descarga atmosférica). Que foram confrontados com as normas técnicas do Estado do Amazonas, com os equipamentos existentes no local.

#### **3.1. ESTUDO DE CASO**

O estudo foi realizado em um imóvel comercial localizado na Av. Eduardo Ribeiro, é um dos logradouros mais importantes do município de Manaus, a capital do estado do Amazonas. Está localizada no Centro Histórico, entre as praças XV de Novembro e Antônio Bittencourt, com área total de 1.751,47 m<sup>2</sup> e possuindo 4 pavimentos. A empresa trabalha no ramo de vestuários masculino e feminino. Conforme a figura 2.

Figura 2 – Localização da edificação em estudo



Fonte: Google Maps (2020)

### 3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA

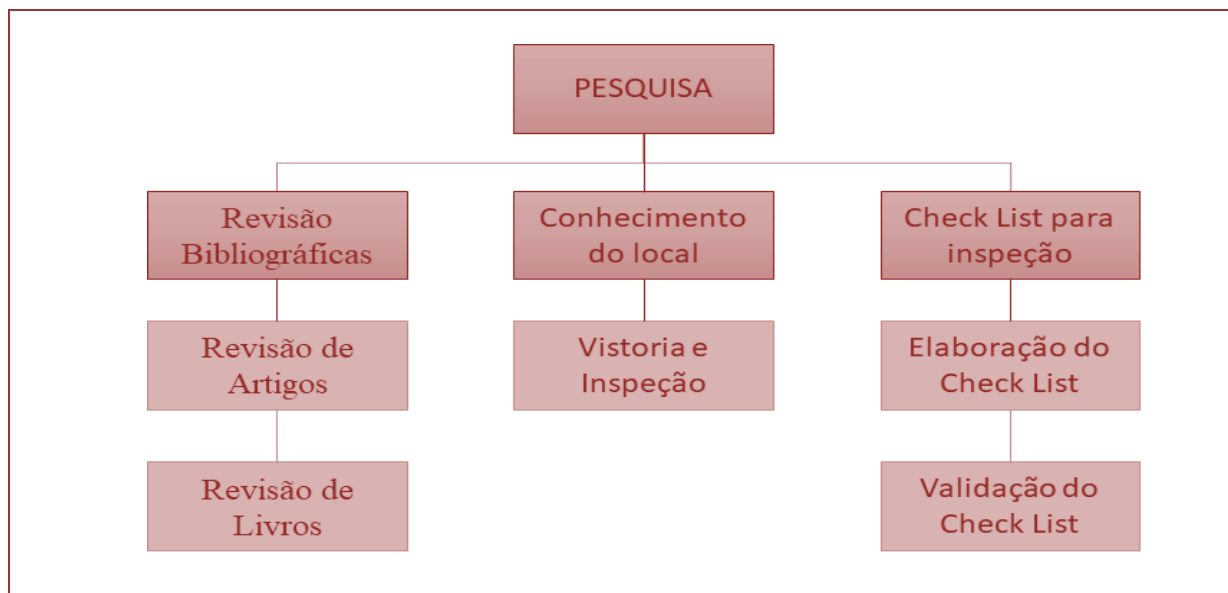
Do ponto de vista dos objetivos a pesquisa foi classificada como exploratória. Segundo Gil (1999) as pesquisas exploratórias visam proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo. Quanto à natureza, a pesquisa foi classificada a pesquisa pode ser classificada como aplicada, uma vez que pode servir como resolução de problemas e práticas. A abordagem da pesquisa foi classificada como qualitativa, segundo Nascimento (2016) é baseado na interpretação dos fenômenos observados e no significado que carregam, ou no significado atribuído pelo pesquisador, dada a realidade em que os fenômenos estão inseridos, considera a realidade e a particularidade de cada sujeito objeto da pesquisa.

Com relação aos procedimentos técnicos e científicos, a pesquisa classifica-se como bibliográfica, documental e de campo. De acordo com Nascimento (2016), serve para ambientar o pesquisador com o conjunto de conhecimento sobre o tema, é a base teórica para o estudo, devendo, por isso, constituir leitura seletiva, analítica e interpretativa de livros, artigos, reportagens, textos da Internet, filmes, imagens e sons.

### 3.3. PROCEDIMENTO REALIZADO

Para os procedimentos realizados para poder obter os resultados será mostrado na figura 3 onde ilustra o fluxograma. Os procedimentos foram divididos em três etapas básicas: revisão bibliográfica, reconhecimento de campo e Check-List para inspeção. Conforme a Figura 3.

Figura 3 – Procedimento realizado



Fonte: Autores (2020)

Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica, revisão de artigos e revisão de livros onde foi feito uma pesquisa sobre as classes de incêndios, NBR (Norma Brasileira Regulamentadora) e IT'S do estado do Amazonas, a mesma obedece a norma do estado de São Paulo, e em seguida foi feito reconhecimento do local e realizadas vistorias e inspeções in loco para obter informações pertinentes ao tema abordado. Por fim foi elaborado um check-list para a inspeção com o objetivo de verificar se os componentes básicos de prevenção e combate a incêndio estão de acordo com as legislações vigentes.

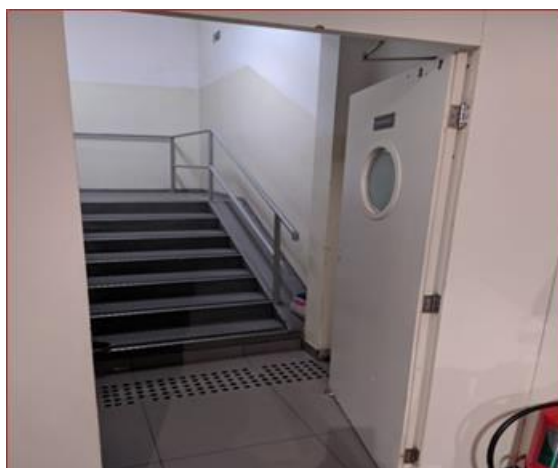
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo as etapas se tem os resultados e discussão, onde são apresentados em formas de figuras, com análise das mesmas para uma melhor compreensão do leitor. Neste artigo apresenta-se os resultados da vistoria técnica em uma loja no centro da cidade de Manaus - AM, onde buscou examinar as condições de uso dos seguintes sistemas.

##### 4.1. SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Segundo a IT N°11 (2018), as escadas enclausuradas protegidas devem atender requisitos mínimos para que possam fazer a evacuação das pessoas com segurança e permitir o acesso das guarnições de emergência (Bombeiros). A largura das escadas devem atender as seguintes recomendações: ser proporcional ao número de pessoas na edificação, ser medida no ponto mais estreito da escada ou patamar, incluindo os corrimões, que podem ser projetado até 10 cm de cada lado, sem a obrigação de aumento da largura da escada. A Figura 4 mostra a escada da edificação comercial.

Figura 4 – Escada da edificação



Fonte: Autores (2020)

Na visita in loco foi fotografado a escada enclausurada do mezanino da edificação, onde a mesma foi construída conforme o que recomenda a NBR 9077 e IT N°11 (2018). E a mesma foi dimensionada conforme a população fixa na edificação, constituída de material estrutural e de compartimentação incombustível, atende as condições específicas estabelecidas na IT 10 – controle de materiais de acabamento e de revestimento, quanto aos materiais de acabamento e revestimento utilizados na escada.

A figura acima mostra os parâmetros para largura de saída de emergência de uma escada, rampas ou descarga, segundo a NBR 9050 deve ser de no mínimo 1,20 de comprimento com corrimão nas laterais, espaçamento para ocupação em modo geral.

O Quadro 6 mostra o questionário de inspeção sobre as escadas de segurança.

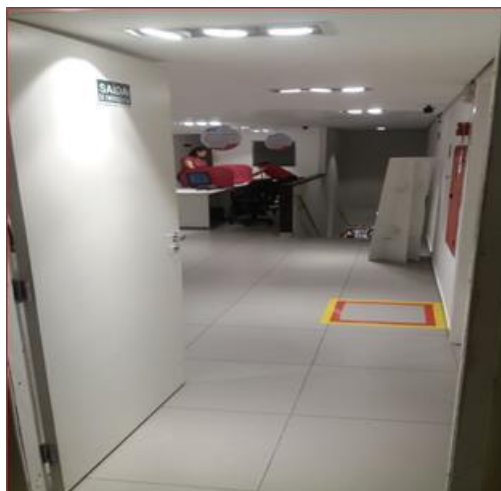
Quadro 6 – Escadas de segurança

ITENS PARA INSPEÇÃO VISUAL	SIM	NÃO	N/A
As escadas estão desobstruídas (inclusive lixeiras)?	X		
As saídas de emergência possuem luminárias de emergência?	X		
As portas corta-fogo estão com as molas reguladas (fechamento automático)?		X	
As escadas possuem iluminação de emergência nos acessos e nos patamares?	X		

Fonte: Autores (2020)

A porta de saída de emergência é fabricada para operar em casos de um incêndio, onde uma quantidade de pessoas considerável corre em direção à mesma, De acordo com a NBR 9077, aquelas salas acima de 50 pessoas é recomendada a abertura da porta de emergência sentido para fora, evitando que as pessoas em um incêndio não se machuquem ou tenha risco de vida. A figura 5 abaixo é a porta de saída de emergência da edificação.

Figura 5 – Porta de Saída de Emergência



Fonte: Autores (2020)

De acordo com a figura 5 acima, podemos verificar que na edificação a porta de saída de emergência está irregular contendo somente uma porta de mdf, o mesmo não contém portas corta-fogo e não possuem fechamento automático. Segundo IT N<sup>o</sup> 11/2018 – Saídas de Emergência, as caixas de escada não podem ser utilizadas como depósito ou para guardar lixeiras, devem ter largura mínima de 1,20 m, as paredes devem resistir, no mínimo, 120 minutos de fogo, as portas de acesso à escada deve ser do tipo corta-fogo, com resistência de 90 minutos de fogo, e devem ser providas de dispositivos mecânicos e automáticos.

O Quadro 7 mostra o questionário de inspeção sobre as saídas de emergências.

Quadro 7 – Saídas de emergências

ITENS PARA INSPEÇÃO VISUAL	SIM	NÃO	N/A
A rota de fuga está desobstruída?	X		
A porta corta fogo está compatível com local?		X	
A rota de fuga possui sinalização fotoluminescente?	X		
As saídas de emergência possuem luminárias de emergência?	X		
O piso está íntegro e em boas condições?	X		
Há interação com demais sistemas (sinalização, iluminação, ventilação, portas corta-fogo)?	X		

Fonte: Autores (2020)

De acordo com a inspeção feita no local podemos verificar que a edificação possui todos os itens referente as saídas de emergências, porém a porta de emergência está irregular precisando ser modificada por um porta corta fogo, por tanto deve ser feitas as devidas modificações. A porta corta fogo pode resistir as altas temperaturas, gases e bloquear a expansão do fogo na edificação. De acordo a IT N<sup>o</sup>11 (CBSP, 2018), a largura mínima das saídas de emergência, independente do caso, deverá ser 1,10 metros para ocupações em geral, com exceção das edificações enquadradas nas ocupações do grupo H, divisão H-3, hospitais e assemelhados, onde as larguras mínimas deverão ser: a) 2,00

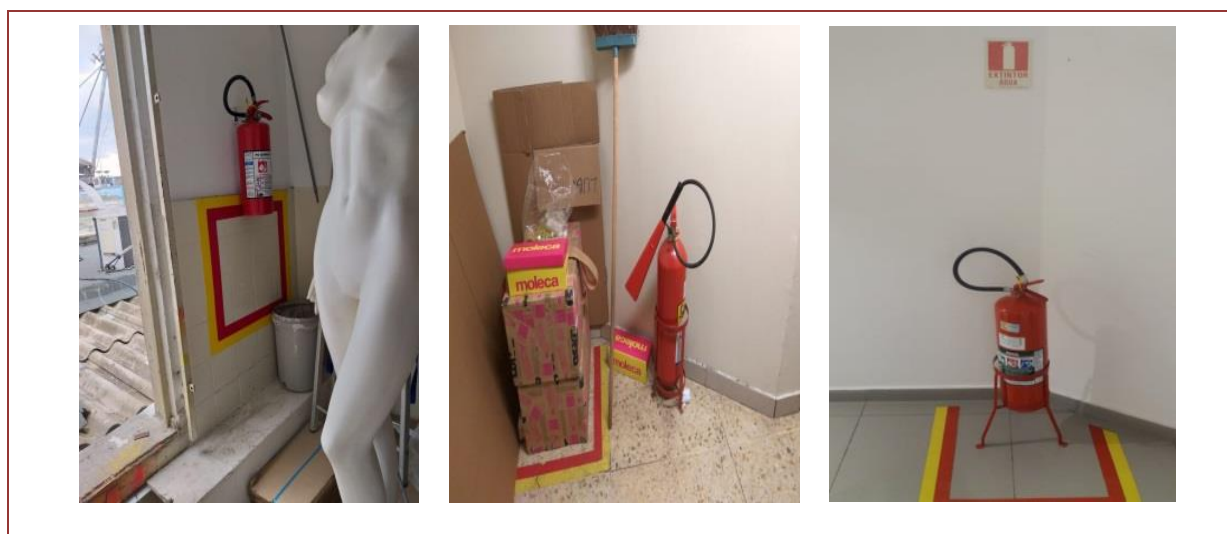


m para os acessos e descargas em geral; b) 1,20 metros nos corredores destinados apenas à circulação de pessoal de serviço e de cargas não volumosas, tais como setores administrativos e de apoio; c) 2,20 m para as escadas e rampas.

## 4.2. EXTINTORES

Segundo Ferreira (2014) a capacidade extintora agora está baseada na altura das chamas e na classe de incêndio que o extintor deve combater, e não mais no seu peso ou volume como retratava o código de 2001. Os extintores devem ser distribuídos de maneira que uma pessoa não percorra a distância máxima estabelecida na Instrução Técnica- Sistema de proteção por extintores de incêndio. Distância máxima de caminhamento são: risco baixo – 25 metros; risco médio – 20 metros; risco alto – 15 metros. Os extintores devem ser instalado na parede ou divisória contendo uma altura no máximo de 1,60 m, podendo ser instalado também no suporte de piso com uma altura recomendada de 0,20m a 0,50m. A Figura 6 mostra alguns dos extintores da edificação comercial.

Figura 6 – Extintores de incêndio



Fonte: Autores (2020)

A edificação possui extintores distribuídos, porém no dia da vistoria no local foram constatados alguns extintores despressurizados e fora do posicionamento, foi preciso realocar dois extintores. Alguns extintores não constavam placas de sinalização, os mesmos foram colados para identificação do extintor.

De acordo com a NR-23 (2011), todos extintores devem seguir as seguintes recomendações: Locais destinados aos extintores devem ser sinalizados com fita vermelha e bordas externa amarela para fácil localização, não devem ser obstruídos por pilhas de materiais ou papelão e não devem ser localizados em paredes de escadas.

O quadro 8 mostra o questionário de inspeção sobre os extintores.

Quadro 8 – Extintores

Itens para inspeção visual	Sim	Não	N/A
Os extintores estão desobstruídos?		X	
Os extintores estão fixados em parede/divisória (parte superior na altura máxima de 1,60 m e parte inferior a no mínimo 0,10 m do piso), ou apoiados em suportes apropriados?		X	
Os extintores estão sinalizados (sinalização fotoluminescente)?		X	
Os extintores estão disponíveis em local apropriado, conforme projeto aprovado?		X	
Os extintores estão carregados e com a carga dentro do prazo de validade (observar o manômetro, quando houver)?		X	

Fonte: Autores (2020)

### 4.3. DETECÇÃO/ALARME/ACIONADORES

Os sistemas de detecção de alarme são fundamentais para uma edificação, onde há grandes transições de pessoas podendo trazer grandes benefícios em um princípio de incêndio, o sistema de detecção de alarme podem ser convencional ou endereçável. O convencional tem os detectores e acionadores de alarme ligado junto a uma central. A função é identificar o fogo na parte interna ou andar onde está acontecendo o princípio de incêndio, geralmente é usado em locais pequenos. E o endereçável contém uma grande tecnologia que identifica precisamente o local do incêndio, os detectores e alarme de incêndio estão ligado junto ao uma central de alarme, quando acionado informa o local preciso onde está acontecendo o princípio de incêndio, Por tanto esse sistema é de grande importância para e evitar ou reduzir perdas causadas pelo incidente. A Figura 7, 8 e 9 mostra o sistema de alarme de incêndio da edificação comercial.

Figura 7 – Central de alarme e detecção de incêndio



Fonte: Autores (2020)

Figura 8 – Detector de Fumaça



Figura 9 – Acionador e Sirene áudio Visual



Fonte: Autores (2020)

Conforme a inspeção feita na edificação foi constatado que a central de alarme de incêndio e detecção estava inoperante, o mesmo estava ligado somente na corrente elétrica, a bateria estava descarregada e a localização das botoeiras instaladas estavam desordenadas junto a central de alarme.

O Quadro 9 mostra o questionário de inspeção sobre o sistema de detecção e alarme de incêndio.

Quadro 9 – Sistema de detecção e alarme de incêndio

Itens para inspeção visual	Sim	Não	n/a
Os acionadores manuais podem ser ativados adequadamente? É garantida a ativação da central em no máximo 15 s, indicando corretamente o local do alarme?		X	
Os alarmes funcionam ao serem ativados (audibilidade e visibilidade)?		X	
A central de alarme está recebendo o aviso de acionamento do sistema (acionador manual ou detector de incêndio)?		X	
Há fonte auxiliar de alimentação do sistema?		X	
O alarme está audível em toda a edificação?	X		

Fonte: Autores (2020)

#### 4.4. HIDRANTES

O hidrante é um sistema hidráulico que é bastante comum em edifícios. Porém, podem ser utilizados em ambientes comerciais e industriais, tem por finalidade combater o fogo, trazendo proteção de vidas e patrimônios. O hidrante é definido como um ponto de tomada de água onde contém uma ou duas saídas com válvulas angulares com adaptadores, tampão com corrente, chaves, mangueira de incêndio e esguichos reguláveis.

De acordo com NBR 13714 (2001) e IT N°22(2018) o sistema de combate a incêndio está classificado em sistema de mangotinhos (tipo1) Hidrantes, (tipo 2, 3, 4 e 5). O manuseio de equipamentos hidráulicos e mangueiras de incêndio devem ser utilizados por pessoas capacitadas e treinadas para o manuseio. A figura 9,10 e 11 mostra os hidrantes da edificação

Figura 10 – Hidrante

Figura 11 – Hidrante

Figura 12 - Registro Angular 45°



Fonte: Autores (2020)

Conforme as figuras 9, 10 e 11, foram realizadas as inspeções nos hidrantes da edificação e foram verificados que todos estão em conformidades e operante, porém alguns hidrantes estão com as seguintes irregularidades: Sem adaptadores, sem tampões com corrente, fechaduras danificadas e faltando uma mangueira de incêndio tipo 2 de 1.1/2 de 15m.

O Quadro 10 mostra o questionário de inspeção sobre o sistema de hidrantes da edificação comercial.

Quadro 10 – Hidrantes

Itens para inspeção visual	Sim	Não	n/a
Os hidrantes estão desobstruídos e sinalizados?	X		
As válvulas dos hidrantes estão instaladas entre 1,00 m e 1,50 m do piso acabado?	X		
Todos os abrigos de mangueiras possuem as mangueiras, esguichos e chaves de mangueiras?	X		
O tipo, diâmetro, comprimento e estado de conservação das mangueiras de incêndio são adequados em todos os abrigos de mangueiras?	X		
As mangueiras estão acondicionadas corretamente?	X		

Fonte: Autores (2020)

#### 4.5. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A iluminação de emergência é utilizada geralmente quando há falta de energia elétrica no ambiente e a mesma é ligada automaticamente, Conforme a NBR 10898 o dever é clarear as áreas escuras, verticais e horizontais incluindo a área de trabalho e espaço técnicos de controle que estabeleçam normalmente os serviços na falta de energia. A Figura 12 mostra a iluminação de emergência da edificação comercial.

Figura 13 – Iluminação de emergência



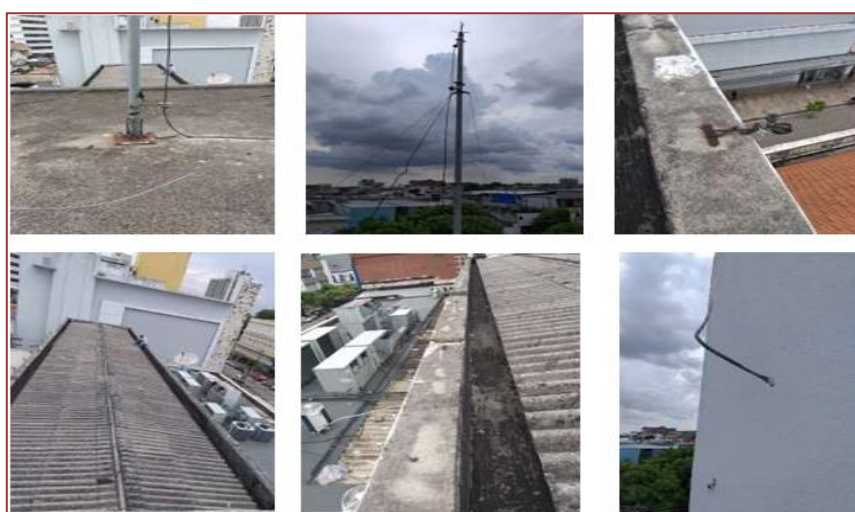
Fonte: Autores (2020)

O Sistema de sinalização e iluminação de emergência está em perfeitas condições de uso, durante a inspeção foram detectados alguns pontos a serem corrigidos, como instalação de duas luminárias no depósito para melhoria do ambiente, assim como também instalação de uma luminária em cada escada.

#### **4.6. SISTEMA DE PORTEÇÃO A DESCARGA ATMOSFÉRICA**

O SPDA é regulamentado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da NBR 5419, o objetivo é diminuir prejuízos e incêndio na edificação. Evitando grandes explosões, perdas de materiais, vidas e animais devido à carga elétrica. A figura 13 abaixo mostra a irregularidades na edificação

Figura 14 – Sistema de Proteção a Descarga Atmosférica



Fonte: Autores (2020)

Foi verificado em in loco que o sistema de proteção de descarga atmosférica (SPDA) encontra-se com as seguintes não conformidades:

- Cabo de cobre nu cortados em alguns pontos;
- Captores tipo terminal aéreo e conectores quebrados;
- Mastro e lâmpada piloto do SPDA danificado e não fixados na edificação corretamente;
- Cabo de aço de sustentação do mastro encontra-se danificados;
- Descidas de cobre cortado

## 5. CONCLUSÃO

Após os resultados obtidos da pesquisa, evidencia-se cada vez mais a execução das diretrizes impostas de acordo com as legislações, visto que, a relevância das medidas de prevenção são consideradas fatores fundamentais para a eficiência dos respectivos sistemas de proteção contra incêndio. O trabalho objetivou analisar a execução do procedimento de vistoria em uma edificação comercial, em razão da averiguação dos requisitos de segurança contra incêndio.

Sendo assim, através dos resultados foram apresentados sistemas de proteção contra incêndio, compreende-se que as saídas de emergência devem possuir dispositivos mecânicos e automáticos, elemento este ausente durante a vistoria, mediante a resistência das paredes, no mínimo, 120 minutos de fogo, as portas de acesso à escada deve ser do tipo corta-fogo, com resistência de 90 minutos de fogo, seguindo as diretrizes da norma nº11/2018. Já para os extintores, foram distribuídos, entretanto, durante a vistoria local foram constatados alguns extintores despressurizados e de modo externo do posicionamento que a norma especifica, sendo necessário realocar os mesmos.

Em prosseguimento aos resultados, o sistema de alarme de incêndio da edificação encontra-se ineficaz, uma vez que, a norma dispõe de detector de fumaça em excelente estado, além da eficiência da bateria, central e pontos de localidade corretos de acordo com as funções para as quais foram destinadas. Quanto a sinalização e iluminação de emergência, a vistoria concluiu condições adequadas de uso, porém, algumas melhorias ainda precisam ser adaptadas no ambiente, em virtude de que as sinalizações de emergência precisam estar dispostas na edificação de maneira que possam ser vistas de qualquer ponto da edificação visando reduzir os riscos de incêndio.

Na análise fundamental da pesquisa, pode-se concluir que os componentes de um sistema de prevenção a incêndio são imprescindíveis dentro de planejamento de segurança, desde que estejam dentro das normas, considera-se que a negligência é por falta de cumprimento das mesmas. Ao se adotar as medidas de segurança de prevenção e combate a incêndios, permite redução de forma significativa no que se refere aos danos materiais, compreendendo os recursos, a estrutura, e principalmente as vidas humanas, da mesma forma, considera-se primordial a capacitação de pessoas para o correto manuseio dos equipamentos de segurança.



## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR N° 5419: Proteção Contra Descarga Atmosférica. São Paulo, 2015
- [2] BRASIL. Decreto Estadual. N° 24.054, Amazonas, 1/03/2004.
- [3] \_\_\_\_\_. Lei 2.812 de 17 de julho de 2003. Diário Oficial do Estado, 17/07/2003.
- [4] BARSANO, Paulo Roberto. Segurança do trabalho para concursos públicos. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
- [5] BRENTANO, Telmo. Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações. 1ª edição. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015. 450 p.
- [6] CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. Instrução Técnica 01: Procedimento Administrativo. 8 ed. Belo Horizonte, 2017.
- [7] DIAS, Jonas Henrique. Fundamentos de combate a incêndio. Revisão da 1ª Edição. (Parecer n. 001/2016 – CAEBM de 09/05/2016).
- [8] IBRAEP. Classe de fogos. Disponível em: <  
<https://inbraep.com.br/publicacoes/incendios/>> Acesso em: 8 de novembro de 2020.
- [9] INSTRUÇÃO TÉCNICA N°11 – Saída de Emergência, São Paulo, 2018.
- [10] \_\_\_\_\_ N°18 – Iluminação de Emergência, São Paulo, 2018.
- [11] \_\_\_\_\_ N°19 – Sistema de detecção de alarme de incêndio, São Paulo, 2018.
- [12] \_\_\_\_\_ N°21 – Extintores, São Paulo, 2018.
- [13] JÚNIOR, Carlos Helbingen. Manual Operacional de Bombeiros: Combate a Incêndio Urbano/ Corpo de Bombeiros Militar. – Goiânia: - 2017. 453 p. : il.
- [14] MARIANO, Vanderlei. Manual de Combate a Incêndio Curso de Formação de Soldados BM. Curitiba 1993.
- [15] NORMA REGULAMENTADORA NR 23, Proteção Contra Incêndios, 2011.
- [16] NORMA BRASILEIRA NBR 14.276, Formação de Brigada de Incêndio, 2006.
- [17] NORMA TÉCNICA N°03/2019, Procedimentos Administrativos, Amazonas, 2019.
- [18] ORNELAS MD, PAIS D, SOUSA P. Patient Safety Culture in Portuguese Primary Healthcare. Quality in Primary Care (2016) 24 (5): 214-218.
- [19] PARANÁ. Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico. Corpo de Bombeiros do Paraná, 2011.
- [20] PARANÁ. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná. Manual de Combate a Incêndio. Oficiais alunos do Curso de Prevenção e Combate a Incêndios. 2008.
- [21] ROSA, Ricardo Costa da. Apostila prevenção e combate a incêndio e primeiros socorros. Porto Alegre – RS 2015.
- [22] ZANELLA, Liane Carly Hermes. Metodologia de Pesquisa. 2ª edição reimpressa. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2013.

# Capítulo 2

## *A aplicabilidade do concreto reforçado com fibras de aço na engenharia civil*

*Lui Batalha Carvalho*

*Alisson Vasconcelos de Souza*

*Sara Santarém dos Santos*

*Jean Carlos Ramos*

**Resumo:** O estudo acerca da aplicação de fibras de aço no concreto apresenta uma série de fatores que devem ser considerados, uma vez que o aprimoramento de materiais empregados na construção civil é apontado como uma necessidade na atualidade. Este estudo tem como objetivo geral analisar a utilização do concreto enriquecido com fibras de aço na engenharia civil. Através de um levantamento bibliográfico foram identificadas publicações científicas que apresentaram inicialmente a importância de conhecer conceitual e historicamente o uso do concreto e suas possíveis alterações para adaptação nas obras, da mesma forma que se observou a normativa principal que padroniza este tipo de reforço em concreto, além da aplicabilidade e tipos de fibras empregadas na engenharia civil atualmente. Os achados, ao atingirem os objetivos propostos, proporcionaram o conhecimento sobre a utilização das fibras de aço no reforço do concreto na engenharia civil uma vez que apontaram para as funcionalidades de cada tipo de fibra de aço. A aplicabilidade do concreto reforçado com fibra proporciona uma série de vantagens na construção civil, principalmente no que diz respeito ao fato de não ser preciso realizar a montagem de armadura, o que contribui para a redução do tempo gasto na obra, bem como oferece ainda, meios para o controle da existência de futuras fissurações e uma melhor durabilidade, haja vista, que este material é de difícil corrosão.

**Palavras-chave:** Concreto, fibras de aço, aplicabilidade, construção civil.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil, a exemplo de todos os setores da sociedade apresenta uma exponencial evolução no que tange às tecnologias utilizadas tanto para aprimorar os processos já conhecidos da engenharia, quanto no desenvolvimento de novas técnicas, e isso tudo por conta do crescimento populacional, onde a construção de casas tornou-se uma ponte para o crescimento da economia, haja vista, que proporcionou o aumento do mercado de trabalho, onde, são recrutados uma enorme quantidade de mão de obra. (SALOMÃO ET AL, 2019, P.1).

Diante desta evolução da construção civil, o concreto também passou por muitas mudanças no decorrer do tempo, principalmente no que envolve as técnicas hoje utilizadas por meio da tecnologia e que neste contexto o conceito de adição de materiais complementares passou a ser aplicado, reconhecendo-se assim o concreto protendido, no qual são adicionados insumos como fios e cabos, tornando-se possível a expansão do uso de concretos especiais e principalmente o uso do concreto que possui alto desempenho de segurança e durabilidade. (BARBOSA, 2019, P.201).

Diante disto, segundo Lima et al (2014, p.32), o concreto passou a ser o material mais utilizado em uma obra, haja vista, que este material é resistente, sendo este capaz de segurar firme toda uma estrutura de edificação.

Neste sentido, Posseti et al (2018) esclarecem que atualmente existem diversos tipos de aprimoramento de concreto, sendo a mais comum o concreto armado, o qual pode ser definido como a estrutura resultante da combinação entre concreto e barras de aço em formato de armação destinada para reforço na resistência à tração das construções.

Um dos tipos de concreto protendido é adicionado de fios de fibras de aço, sendo possível identificar uma performance melhorada em relação ao concreto armado, existindo uma quantidade enorme de tipo de fibras que podem ser utilizadas no concreto, dos quais podemos citar o aço, polipropileno e nylon e que cujos mesmos serão escolhidos conforme o tipo da obra. (HERSCOVICI ET AL, 2019, p.299).

O concreto reforçado com fibras de aço se caracteriza, de acordo com Shimosaka et al (2017, p.76) pela adição de fibras metálicas à matriz de concreto utilizada em uma construção, sendo percebida uma melhor resistência à tração na área construída.

Assim, considerando a relevância do estudo, a escolha do tema justifica-se pela oportunidade de compreensão do aprimoramento de materiais para a construção civil, haja vista, que este estudo se apresenta como uma contribuição para acadêmicos de engenharia civil uma vez que fornece informações atualizadas acerca do uso de concreto enriquecido com fibras de aço, assim como igualmente justifica-se como instrumento de consulta para profissionais atuantes na área de construção.

Neste sentido, o objetivo geral deste estudo se configura em analisar a utilização do concreto enriquecido com fibras de aço na engenharia civil.

Para alcance do objetivo geral, foram estipulados como objetivos específicos identificar os aspectos conceituais e históricos do uso de fibras de aço em concreto, apresentar as normativas técnicas para o uso de fibras de aço em concreto, e avaliar a aplicabilidade de concreto com fibras de aço em obras da construção civil.

A metodologia da pesquisa ficou assim definida: é um estudo com abordagem qualitativa, tendo em vista o estudo das opiniões a respeito de um determinado

fenômeno, neste caso, o uso da fibra na composição do concreto. Quanto a finalidade da pesquisa optou-se por ser do tipo descritiva, no qual serão descritas as opiniões a respeito do mesmo fenômeno. E quanto aos procedimentos para coleta dos dados, optou-se por pesquisas do tipo bibliográficas que abordam o assunto tratado.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. ASPECTOS GERAIS DO CONCRETO**

#### **2.1.1. DEFINIÇÕES**

Com base na definição da NBR 12655 (2015), o concreto é a mistura homogênea de cimento com água e agregados e que podem ser compostos ou não de aditivos químicos ou de adições, no qual produzem a pasta de cimento endurecida.

Na mesma concepção da NBR 12655, Neville e Brooks (2013, p. 448) conceituam o concreto como a junção dos produtos de cimento, água e agregados tanto graúdos como miúdos, formando assim um produto cimentante.

O concreto convencional é reconhecido como o material resultante da mistura homogênea de água, pedras, areia e cimento, sendo este último [...] um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Na forma de concreto, torna-se uma pedra artificial, que pode ganhar formas e volumes, de acordo com as necessidades de cada obra. Graças a essas características, o concreto é o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água (OLIVEIRA, 2019, p. 23)

Ainda sobre a definição de concreto Balbo (2012, p.1) complementa que este material agrega diversos tipos de insumos que lhe confere características próprias, principalmente a resistência e flexibilidade.

#### **2.1.2. HISTÓRIA**

Os registros históricos apontam para uso de misturas de materiais para a construção de prédios e moradias desde o Império Babilônico e o Império Sírio, os quais utilizavam argila, sendo este material aprimorado inicialmente pelos egípcios, os quais na construção das pirâmides já utilizavam algo semelhante à cimento e cal, segundo. (CASAGRANDA, 2019).

De acordo com Garcia e Reis (2019, p.1), é possível apontar para cerca de 2.000 anos, quando os romanos edificavam suas construções à base de concreto, ainda que forma rudimentar, utilizando-se da mistura de cinza vulcânica com cal hidratada, que tinha como finalidade endurecer a massa. Ressaltando, ainda, o uso de gordura e sangue de animais mortos para dar uma incorporação na mistura.

Segundo Finocchiaro e Girardi (2017, p.19), os romanos utilizaram o concreto de forma mais avançada, com a construção de estradas e prédios históricos, sendo válido afirmar que evidências já eram apresentadas em relação a misturas utilizadas à época, como gordura animal, leite, e fibras naturais, em busca pelo aumento da resistência do material.

Os marcos históricos do uso de concreto indicam que experiências realizadas por Jhon Smeaton em 1756, com a mistura de concreto, agregado graúdo e cimento, seguido do uso pioneiro de cimento hidráulico em 1793 na Inglaterra. Costa complementa com o

desenvolvimento do cimento Portland pelo inglês Joseph Aspdin, através da mistura de giz, terra e argila. (OLIVEIRA ET AL, 2019, P.13).

Lima et al. asseveram que em 1849 foi inventado o primeiro cimento armado por Joseph Monier, com a colocação de armações de aço entre e ao redor da massa como forma de melhorar o suporte à tração.

Atualmente o concreto reconhecido em características no Brasil é proveniente do cimento Portland, o qual segundo Pilar et al (2016, p.92), apresentam como uma mistura de cimento com agregados e água com a incorporação de outros componentes como aditivos químicos, pigmentos, sílica, entre outros, se tornando, portanto, referência em todo o cenário da construção civil.

## 2.2. OS TIPOS DE CONCRETO

Outro aspecto importante de ser observado são os tipos de concreto, sendo os principais apresentados por Borges e Carreiro (2017), como o concreto convencional, bombeável, armado e o concreto protendido, entre outros, sendo determinante apresentar as características e possíveis aplicações de cada um nas obras da construção civil.

Sobre o concreto convencional, Melo et al (2017, p.7-9), afirmam se tratar da mistura mais usual na engenharia civil, resultado da proporção correta de água, areia, cimento e brita, não necessariamente adicionado de algum insumo extra, sendo mais utilizado em fundações, formas, pisos e lajes, com uma resistência entre 10 e 40 Mega Pascal - MPa. Abaixo a figura 1 representa o concreto convencional.

Figura 1 – Concreto Convencional



Fonte: Pinheiro (2019)

Segundo Pinheiro (2019, p.2), o concreto bombeável é aquele que possui uma alta fluidez o que facilita o seu transporte por meio de bombeamento e tem sido o mais utilizado em obras verticais, haja vista que o fato de ser fácil o seu transporte oferece menos tempo e redução de gasto com mão de obra.



Figura 2 – Concreto bombeável



Fonte: Pinheiro (2019)

Já o concreto armado, de acordo com Marchetti (2018), se caracteriza pela utilização combinada de concreto com armações de aço designadas para o sustento do mesmo, conferindo resistência à tração na área em que foi aplicado.

Figura 3 – Concreto Armado



Fonte: Pinheiro (2019)

O concreto protendido é apresentado por Tavares (2020, p.134), como aquele em que são inseridos cabos de aço no próprio concreto, o que busca assegurar resistência e desempenho melhorados.

Para Pinheiro (2019, p.3), este tipo de concreto, é caracterizado na colocação de cabos de aço e que cujos mesmos são altamente resistentes.



Figura 4 – Concreto Protendido



Fonte: Pinheiro (2019)

Para Pereira (2019, p.1), na construção civil se utilizam diversos tipos de concreto, cada um atua de maneira diferente na obra e nos quais são utilizados frequentemente, haja vista, suas propriedades que faz com que o mesmo seja mais viável, mas que possuem algo em comum, sua estrutura é resistente a água e podem ser produzidos dentro da própria obra.

### 2.3. MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA COMPOSIÇÃO DO CONCRETO

Beline (2019, p.1), explica que preparação da mistura é de fundamental importância quando se trata da qualidade do concreto, ressaltando a necessidade de atenção tanto para quantidades de produtos secos quanto de água.

Quadro 1 – a matéria prima de composição do concreto

Matéria Prima	Caracterização
<b>Cimento</b>	Conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2017), caracteriza-se o cimento como sendo um pó extremamente fino e que possui propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, e que ao ser misturado com água, este toma a forma endurecida.
<b>Agregados</b>	Conforme destaca o Portal do Concreto (2018), os agregados são os materiais no qual são adicionados a água e a massa de cimento, com a finalidade de incorporar e assim tornar-se mais econômico.
<b>Água</b>	A água é necessária no concreto para possibilitar as reações químicas do cimento, chamadas de reações de hidratação, que irão garantir as propriedades de resistência e durabilidade do concreto.

Elaborado pelos autores (2020).

Gissi e Brito (2019), indicam que a água tem o papel fundamental de ativar as reações químicas no cimento para sua função aglomerante, o que Brito et al. complementa explicando que caso a quantidade de água seja insuficiente, a mistura não alcança o nível de aglutinação desejada, ao passo que caso a água seja em quantidades superiores a resistência da massa será comprometida.

A proporção entre os insumos reconhecida como necessária para a qualidade do concreto é fundamental, esclarecendo que estas medidas também são reconhecidas como traço ou dosagem, basicamente entendendo que a proporção se define em conformidade com a Norma ABNT NBR 12655:2015. (OLIVEIRA E FENILLI, 2019, P. 39).

Conforme Boni, Helene e Brites. (2018, p.94), é possível analisar a importância da proporção entre as matérias-primas do concreto quando se trata da normatização que busca padronizar as medidas a serem adotadas no preparo do concreto, a qual identifica desde os insumos a serem agregados até a necessidade de realizar testes por amostragem do total a ser utilizado na obra, fatores estes que se apresentam como cruciais para análise da resistência do concreto final.

### **3. METODOLOGIA**

Para Praça (2015, p.74), a metodologia no trabalho científico, é aquela que determina os caminhos nos quais a pesquisa tomou para que fosse a mesma realizada e para que pudessem ser levantados os dados necessários ao embasamento teórico sobre um determinado fenômeno.

No que se refere as atividades realizadas para a base deste trabalho, houve primeiramente uma pesquisa bibliográfica, que teve como objetivo reunir resultados consolidados já conhecidos, realizando uma correlação entre os dados encontrados, confrontando pontos de vista, identificando pontos fortes destes trabalhos, bem como fragilidades, propondo inclusive composições para estudos futuros.

De posse das informações bibliográficas houve uma identificação nas publicações científicas e nos documentos oficiais dos que estavam voltados para a temática em questão, se apresentando como uma ferramenta de estudo que norteiam o que já foi pesquisado ou determinado sobre o tema.

Os critérios de inclusão foram estabelecidos em publicações entre 2010 e 2020, em língua portuguesa, devidamente indexadas em revistas científicas, aceitando artigos, teses e dissertações, bem como publicações realizadas em encontros científicos voltados para a engenharia civil, sendo crucial o atendimento aos objetivos propostos nesta pesquisa.

Em seguida, houve os critérios de exclusão, onde estabeleceu-se que seriam descartados os que não atendessem diretamente os objetivos da pesquisa, destoassem dos critérios de inclusão e que não fossem referenciados às instituições acadêmicas ou científicas. Foram igualmente excluídos achados que não condiziam com os objetivos desta pesquisa ou que fossem publicados em língua não definida nos critérios de inclusão.

### **3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa teve como base a exposta por Vergara (2011, p.40) que afirma que as pesquisas podem ser classificadas quanto a sua abordagem, quanto as objetivos ou fins e quanto aos métodos de coleta de dados.

A pesquisa no que se refere a abordagem foi do tipo qualitativa que segundo Minayo (2011, p.57), é aquela que se caracteriza como a realização de um estudo que tem como finalidade descrever a história, as relações e crenças, por meio da opinião de pessoas a respeito de um fenômeno estudado e seus resultados não tem interferência do pesquisador e são demonstradas com base nas teorias apresentadas.

No que se refere aos objetivos da pesquisa, utilizou-se o tipo descritiva no qual segundo Prodanov (2013, p. 127), neste tipo de pesquisa existe a exposição das principais características de um fenômeno ou objeto no qual foi escolhido como tema e tem como finalidade a familiarização do pesquisador com o problema, bem como, proporciona a construção de hipóteses para solucionar o mesmo.

Quanto aos meios de coleta de dados para a elaboração das respostas aos objetivos, foi utilizada a pesquisa do tipo bibliográfica, que segundo Vergara (2011, p.43) é o tipo de pesquisa que realiza um estudo sistematizado e tem sua base nas fontes que foram publicadas anteriormente e que abordam o fenômeno estudado.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. APLICABILIDADE DA ADIÇÃO DE FIBRA NO CONCRETO**

Segundo Carvalho e Mota (2018, p.65), define-se como sendo fibras de aço os pequenos pedaços de arame, nos quais podem ser adicionadas aos concretos numa quantidade pré-estabelecidas que proporciona ao material uma estrutura de baixo teor de carbono (BTC).

Segundo Metha e Monteiro (2014), o primeiro uso da fibra de aço no concreto foi aproximadamente em 1971 e tinha como finalidade a produção de painéis que pudessem depois serem desmontados e estes eram localizados em Londres, no Aeroporto Heathrow, no qual apresentou as seguintes medições: 3,0 % em massa de fibras de aço formadas a frio com 0,25 mm de diâmetro e 25 mm de comprimento.

Carvalho e Mota (2018, p.66), afirmam que no Brasil, foi por volta da década de 90, que foram iniciadas a utilização das fibras de aço como adição a formação do concreto e ressaltando que de forma segura e com qualidade, levando o país a recordes e prêmios internacionais de qualidade.

De acordo com Migliorini (2011, p.93) as fibras de aço se apresentam como filetes de aço descontínuos, variantes entre 30 e 60 milímetros, com diâmetro entre 0.55 e 0.90 milímetros, suportando até 1.000 Mega Pascal - MPa.

Existe uma gama diversa de fibras de aço de possível aplicação na construção atualmente no mercado, sendo as mesmas aplicáveis de acordo com as especificações normativas em questão, o que destaca a possibilidade de apontar três tipos, a corrugada, com ancoragem em gancho e retangular, e a com ancoragem em gancho e circular. (NASCIMENTO, 2015, P.43),

Para Carvalho e Mota (2018, p.67), é necessário ter conhecimento de cada tipo de fibras de aço, haja vista, que as mesmas apresentam características bem diferentes umas das outras, principalmente no que se refere a seção, formato e dimensão e existem três tipos comuns de fibras de aço disponíveis no mercado brasileiro. (CARVALHO E MOTA, 2018. P.67).

a fibra de aço corrugada se caracteriza pela fibra de origem a partir do fio chato proveniente da produção excedente de lâ de aço, ou seja, da sobra desse material, o que estabelece um padrão inferior somente em relação aos custos, mas sem prejuízos quanto à qualidade nem a sustentabilidade, uma vez que promove o uso de material que seria descartado. Assim, o fio é cortado de acordo com a métrica que se deseja e conformado a fim de tomar a forma corrugada, a qual se aplica pela melhor aderência com a matriz. (CARVALHO E MOTA, 2018, P.67).

Figura 5 – Fibra de aço corrugada

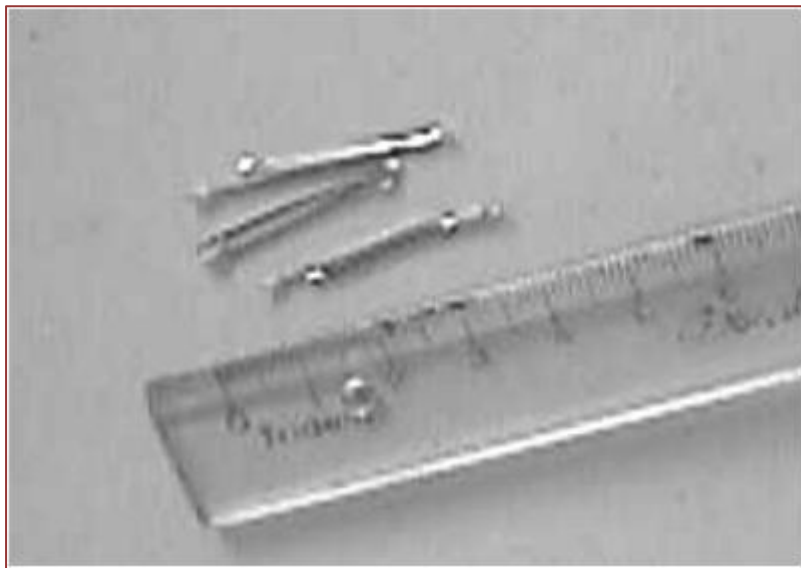


Fonte: ALIBABA

Segundo Júnior (2014, p.42) este tipo de fibra apresenta uma melhor relação com o concreto por não interferir na consistência destes e também em razão dos custos reduzidos quando comparado aos demais.

Nota-se que este tipo de fibra se apresenta mais comum que os demais utilizados em obras considerando sua elevada possibilidade e aplicação, sendo importante salientar que a mesma deriva de restos de fabricação de outras peças de aço, o que é determinante quando se trata de valores e barateamento do custeio da obra, apontando assim para um custo benefício favorável no caso de emprego desta fibra, o que justifica inclusive sua utilização em grandes construções. A fibra corrugada foi produzida com a finalidade específica de proporcionar o reforço do concreto, e ela tem formato de gancho e é produzida a partir de chapas de aço.

Figura 6 – Fibra de Aço com Ancoragem em Gancho e Seção Retangular



Fonte: EBAH (2014)

As fibras de aço com ancoragem em gancho e seção retangular são destinadas à atuação direta no reforço do concreto, ou seja, são utilizadas para melhoria do desempenho do concreto no que tange à estabilidade do mesmo. (GUARNIERI ET AL, 2014, P.4).

Para Carvalho e Mota (2018, p.67), este tipo de fibra é produzido por fios estirados em progressiva seção até que estes cheguem no diâmetro que deseja. Ressalta-se que com isso a fibra tende a apresentar uma maior resistência mecânica, podendo, ainda, chegar a aumentar quando se utiliza o aço com maior teor de carbono.

Observa-se que esta fibra de aço se diferencia da anterior inicialmente pela forma de fabricação da mesma, uma vez que sua origem não se dá das sobras de outros produtos, mas sim com destino à sua forma em si, o que justifica inclusive sua forma projetada em gancho justamente pela sua atribuição de ancoragem do concreto, sendo cruciais para a resistência e estabilidade do local em que for aplicada.

A fibra de aço com ancoragem em gancho e seção circular se assemelha ao relatado anterior, sendo diferenciado em relação ao formato circular adotado neste caso, com produção proveniente de fios de aço trefilados de forma progressiva de forma a alcançar o diâmetro desejado, e têm como função ampliar a resistência mecânica, variando em comprimento entre 25 e 30 milímetros e 0,5 e 1,0 milímetro de diâmetro. (PORTO E FERNANDES, 2014).

Segundo Escariz (2012, p.121), a indicação mais plausível para o uso de fibras de aço em concreto é na construção de estruturas de natureza mais flexível como tubos de concreto, capas de compressão, túneis de concreto projetado, cofres de maiores dimensões, pisos industriais, aplicação em pavimentação portuária, entre outros.

Para aumentar a resistência à tração dos pisos, pavimentos e estruturas de concreto armado e evitar o aparecimento das fissuras originadas pela retração plástica do concreto na



estrutura, a adição de fibras de aço no concreto ganha espaço [...] Para utilizar no concreto armado, existem fibras que melhoram o rendimento do mesmo, onde elas possuem a mesma função, apenas diferenciando, em que condições devem ser aplicadas (CARVALHO E MOTA, 2018, p. 65)

Figura 7 – Fibra de aço na coragem em gancho e seção circular



Fonte: USP, 2000

Quando comparado em relação aos outros tipos de concretos reforçados com outros insumos, o concreto com fibras de aço apresenta como vantagens o controle do aumento e propagação de fissuras na matriz, aumento das resistências à fadiga, à cargas de impacto, aumento da tenacidade, elevação da capacidade de resistência contra a tensão e a tração do solo acimentado, diminuição de deformações estáticas, entre outras. (NASCIMENTO, 2015, P.44).

A vantagem real da adição de fibras de aço no concreto é a minimização da formação de fissuras na estrutura, onde funcionam como ponte de transferência de tensões pelas fissuras, e assim, dificultando sua propagação devido ao seu elevado módulo de elasticidade. Ou seja, permitem uma redistribuição de esforços no material mesmo quando utilizada em baixos teores (CARVALHO E MOTA, 2018, p.69).

Em contrapartida, Migliori, Guimarães e Ozório (2012, p.998), apresentam alguns mitos quanto ao uso de concreto reforçado com fibras de aço, como a redução da permeabilidade do concreto e a possibilidade de substituição das barras de armaduras do concreto armado. A avaliação de possíveis crenças infundadas sobre o uso de concreto reforçado com fibras de aço é fundamental por apresentar inclusive possibilidades de erros graves nas obras, pois a ideia de aplicação deste modelo que não esteja embasada cientificamente pode comprometer estruturas definitivamente.

Quanto à permeabilidade do concreto, é plausível afirmar que, mesmo com a diminuição de fissuras, o uso de fibras de aço no concreto não melhora de forma significativamente a sua permeabilidade, uma vez que outras variáveis não são atingidas pelas fibras e que impactam direto na capacidade absorviva do concreto. (MIGLIORI, GIMARÃES E OZÓRIO, 2012, P.998).

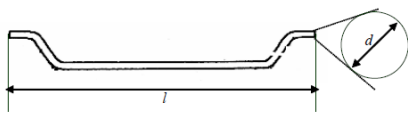
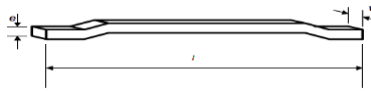
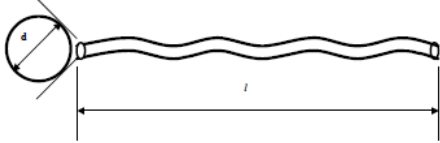
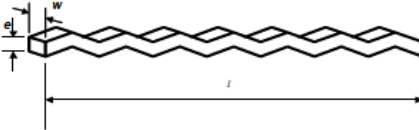
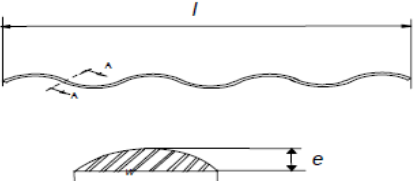
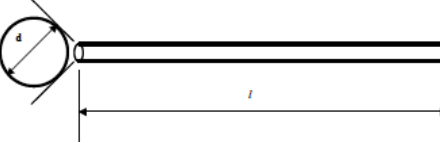
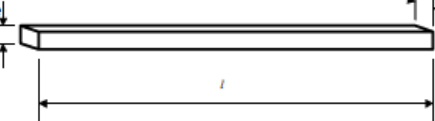


## 4.2. NORMATIZAÇÃO DO USO DA FIBRA DE AÇO NO CONCRETO

No ano de 2007 foram publicadas as primeiras normas sobre a utilização de fibras de aço no concreto, mas em 2019, onde a legislação brasileira quando se trata de normatizações para todos os processos reconhece as normas apresentadas oficialmente pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, sendo o mesmo proferido em relação a padronização do uso de fibras de aço em concreto, através da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15.330:2019.

A letra da normativa esclarece que os três tipos existentes de fibras de aço reconhecidas como uso na construção civil podem ser notados sob três tipos sendo o Tipo A, Tipo C e Tipo R, bem como classificados em I, II e III, os quais se apresentam geometricamente e em suas características conforme Tabela 1.

Quadro 2 – Classificação das fibras de aço para concreto

Tipo de fibra	Classe de fibra	Esquema geométrico	Características da fibra
A	I		Fibra de aço de ancoragem através de gancho, utilizada para proporcionar melhoria da ancoragem do concreto na parte inferior. A classificação I é destinada às peças de origem trefilada a frio, ao passo que a peças de classificação II são chapas laminadas cortadas a frio.
	II		
C	I		Fibras de aço corrugadas caracterizadas principalmente em função de sua forma com rugas, sendo sua classificação similar a tipo A, adicionando a classe III que se destina às peças de origem do arame trefilado e escarificado.
	II		
	III		
R	I		Fibras de aço de geometria reta sem ondulações ou ganchos obedecendo as classes especificadas nos tipos anteriores.
	II		

Fonte: ABNT (2019)

Segundo Santos et al (2019), esta normativa se apresenta como o instrumento balizador para o cumprimento nos âmbitos da construção civil, determinando diversos aspectos como o teor de carbono, os possíveis defeitos aceitáveis na fabricação das fibras, o dobramento e a resistência a tração nestes elementos.

Fontana et al (2012, p.5-6), esclarecem que o cumprimento desta norma, assim como as demais se apresenta como de suma importância em diversos prismas na construção civil, como a qualidade do serviço entregue, a durabilidade da obra e principalmente a segurança da edificação, uma vez que esta norma trata de todos estes aspectos.

Segundo Figueiredo, Neto e Farias (2008, p.68), a norma não regula a verificação se uso de fibra de aço no concreto tem um bom desempenho, o que não normatiza também a segurança desse, ou seja, a norma apenas trata do produto fibra.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que as primeiras experiências realizadas na constituição de concreto se apresentam como cruciais para o início da consistência que temos hoje, uma vez que já eram efetuadas misturas diversas com o intuito de aprimorar os achados iniciais, sendo salutar ainda as ressalvas da origem do cimento que é utilizado como referência até os dias atuais e a metodologia de armação em aço, muito utilizada e melhorada ao longo dos anos na área da engenharia civil.

Através do estudo acerca da aplicabilidade de fibras de aço no concreto foi possível construir uma cadeia de raciocínio acerca da importância do desenvolvimento de estudos voltados para o aprimoramento de materiais utilizados na construção civil, em especial na melhoria de desempenho do concreto.

Um achado significativo do presente estudo foi a identificação da norma nacional sobre o uso de fibras de aço no concreto, a qual versa diretamente sobre as formas de uso, a necessidade de identificação do tipo de fibra e a sua aplicabilidade, o que se apresenta como de fundamental importância para a designação sobre sua utilização na construção civil, uma vez que se apresenta como possibilidade de controle e maior instrumentação da segurança nas edificações pelo país.

Quando analisadas as possíveis aplicações das fibras de aço em concreto foi observado que a principal função desta matéria-prima é a redução de fissuras na parte concretada, apresentando por consequência outras finalidades como elevação do nível de resistência à tração.

Outro destaque percebido na análise bibliográfica realizada foi a necessidade de identificação de possíveis mitos em relação ao concreto reforçado com fibras de aço, uma vez que a observância destes aponta para possíveis problemas que podem comprometer a segurança e confiabilidade da obra, como por exemplo a possibilidade de substituição ou redução do concreto armado em virtude do uso de fibras de aço.

Como principal desvantagem do emprego das fibras de aço, tem-se a perda de trabalhabilidade do concreto. Dependendo da forma de mistura, as fibras acabam formando novelos, dificultando assim a mistura do concreto, sendo indicados então, concretos com teores de argamassa maiores. Dessa forma, tendo de um lado, um material.

Através da conceituação das fibras de aço é notado que suas dimensões convencionais se apresentam reduzidas quando comparadas a outras estruturas comumente utilizadas em obras, mas que tais medidas não são parâmetros de eficiência, uma vez que são consideradas otimizadoras da construção.

Também é observado que a necessidade de diversificar as formas se apresenta, portanto, como em razão da adequação às demandas apresentadas por cada tipo de obra, o que determina as alterações de formato e estrutura das fibras.

É notado, ainda, que ao especificar as formas de cada tipo de fibra, esta fabricação também se norteia pela normativa já apresentada, uma vez que estabelece de igual forma a sua classificação e função, sendo determinante para a confecção da mesma, bem como esclarece a sua aplicabilidade.

Conclui-se por fim, que avaliar que as estruturas que utilizam as fibras de aço como reforço no concreto apresentam maior resistência à tração, além da diminuição de fissuras comuns ao movimento natural do concreto, além de ter sua aplicabilidade expandida quando se trata do aprimoramento das características do concreto armado, se configurando como uma adição de resistência e flexibilidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, A. et al. Definição e preparação de corpos de prova de concreto armado destinados a ensaios acelerados de corrosão de armaduras. *Revista IPT: Tecnologia e Inovação*. 2017; 1 (3):42-62.
- [2] BALBO, José Tadeu. Pavimentos de concreto. São Paulo: Oficina de Textos; 2012.
- [3] BARBOSA, Marcella de Sena Barbosa; CARVALHO, DELFINO, Rosane Kelen Rodrigues; ALVES, Jailson Silva; OLIVEIRA, Ewerton Felipe de França Andrade; DANTAS, Mariana Pereira. Produção de Concreto de Alto Desempenho (CAD) com adição de pó de pedra. *Revista InterScientia*. 2019; 7(1):200-217.
- [4] BELINE, Ederaldo Luiz. Estudo de traço de concreto permeável com adição de casca de arroz destinado à pavimentação de áreas públicas urbanas. In: *Simpósio de Engenharia de Produção*; 2019. São Paulo. p. 1-11.
- [5] BORGES, Filipi Moraes; CARREIRO, Tariane Tavares. Métodos de dosagens usuais dos principais tipos de concreto: uma revisão teórica. UNISUL. Palhoça: 2017.
- [6] BRASIL. NBR 15.530. especifica símbolos, classificações e códigos, dimensões, massas e variações permitidas, métodos de inspeção, embalagem, entrega e estocagem de fibras de aço para concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br.aspx?ID=432636>. Acesso em 8 de dezembro de 2020.
- [7] CARVALHO, Leonardo Lima Costa; MOTTA, Carla Araújo. Uso de Fibras de Aço para Execução do Concreto Armado. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 8, n. 8, p. 65-74, ago. 2019. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistasdogerenciamento/article>. Acesso em: 08 dez. 2020.
- [8] CASAGRANDA, Hannah Rodrigues. Concreto: evolução das suas aplicações, da sua origem até a atualidade. UNISUL. Palhoça: 2019.
- [9] ESCARIZ, Renata Campos. Análise comparativa de desempenho mecânico de tubos de concreto reforçados com macrofibras poliméricas e fibras de aço [tese]. [São Paulo]: Universidade de São Paulo; 2012. 121 p.

- [10] FIGUEIREDO, Antônio Domingues; NETO, Pedro Jorge Chama; FARIA, Hernando Marcelo. A nova normalização brasileira sobre fibras de aço. 2008. Disponível em at: <https://www.researchgate.net/publication/292995550>. Acesso em 8 de dezembro de 2020.
- [11] FINOCCHIARO, Pedro S. GIRARDI, Ricardo. Concreto permeável produzido com agregado reciclado. Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana. 2017; 5 (2):19-26. Disponível em [http://www.fsma.edu.br/RESA/Edicao5/FSMA\\_RESA\\_2017\\_1\\_03.pdf](http://www.fsma.edu.br/RESA/Edicao5/FSMA_RESA_2017_1_03.pdf). Acesso em 7 de novembro de 2020.
- [12] FONTANA, TB et al. Concreto Incorporação de Fibras. In: Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2012; 4(2): 5-7.
- [13] GARCIA, Alexandre Pinheiro; REIS, Elton Aparecido Prado dos. Desenvolvimento e estudo da aplicação da cinza dos resíduos de milho produzido no solo brasileiro, como substituto parcial do cimento na produção de concreto. ETIC-Encontro de Iniciação Científica-ISSN 21-76-8498. 2020.
- [14] GUARNIERI, Gustavo; JACOSKI, Claudio Alcides; TONET, Leonardo; GEHLEN, Mateus. Prospecção tecnológica de concreto com adição de fibras. Cadernos de Prospecção. 2014; 7(3):368. Disponível em [https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/11522/pdf\\_46](https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/11522/pdf_46). Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [15] HERSCOVICI, H. L; ROEHL, D; SANCHEZ FILHO, S. Estudo experimental de vigas curtas de concreto com fibras de aço sujeitas à flexão. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. 2019; 12(2):288-307. Volume 12, Number 2 (April 2019) p. 288 – 307 • ISSN 1983-4195. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952019000200005>. Acesso em 6 de novembro de 2020.
- [16] JÚNIOR, Wanderley Malaquias Pereira. Análise numérica de estruturas de concreto com fibras utilizando mecânico do dano [dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2014. 155. Disponível em <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4377/5/Dissert.pdf>. Acesso em 8 de dezembro de 2020.
- [17] LIMA, SF et al. Concreto e suas inovações. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS. 2014; 1(1):31-40.
- [18] LOPES, Francisco Luiz Campos; MELO, Henrique Carvalho Santos; LOPES, Francisco Luiz Gumes Lopes; CARVALHO, Carlos Henrique de. Caracterização dos concretos convencional e auto-adensável fabricados em Sergipe diante da corrosão estrutural. Brazilian Journal of Development. 2020; 6(8): 62473-62481.
- [19] MARCHETTI, Oswaldemar. Pontes de concreto armado. Ed. 2ª Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018.
- [20] MELO, Cassiano Zanelli de; LOPES, Alex Martins; VIEIRA, Romulo Ulysses Costa. Comparação entre o concreto auto adensável e o concreto convencional. ANAIS SIMPAC. 2019; 10(1): 7-9. Disponível em [academico.univicoso.com.br](http://academico.univicoso.com.br) > article > download. Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [21] MIGLIORINI, AV, GUIMARÃES, ATC, OZÓRIO, BPM. Fibras de aço em blocos de concreto: estudo para utilização em ambiente marítimo. Matéria (Rio de Janeiro). 2012;17(2):997-1008.

- [22] MIGLIORINI, Alessandra Vieira. Estudo de fibras de aço em blocos de concreto para a possível utilização em carapaça de molhes [dissertação]. Rio Grande do Sul: Universidade do Rio Grande; 2011. 93 p. Disponível em <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos.pdf>. Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [23] MINAYO, M.C. de S. (2010). **O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. (12ª edição). São Paulo: Hucitec-Abrasco.
- [24] NASCIMENTO, Felipe Bonfim Cavalcante. Concreto reforçado com fibras de aço. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS. 2015; 3(1): 43-56. Disponível em <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/2638>. Acesso em 8 de dezembro de 2020.
- [25] NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. Tecnologia do concreto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 448 p.
- [26] OLIVEIRA, Éder Alves de; FENILLI, Felipe Gustavo. Estudo de dosagem para determinação de traço de concreto. UNISUL. Palhoça:
- [27] OLIVEIRA, F; CRUZ, R; VIANA, G; SANTOS, R: Ensaio de caracterização e cromaticidade em concretos pigmentados à base de óxido de ferro. In: Congresso CONPAT 2019, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; 2019. São Paulo. p. 13-18.
- [28] OLIVEIRA, Melissa Orlanda Vivas de. Avaliação experimental do efeito de adições na autorregeneração de argamassas de cimento [tese]. [São Paulo]: Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Tecnologia do Barreiro; 2019. 129 p.
- [29] PEREIRA, Caio. Tipos de concretos utilizados na construção civil. 2019. Disponível em <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-concreto/>. Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [30] PILAR, Ronaldo; SCHANKOSKI, Rudiele Aparecida; MORO, Agostinho João Dal; REPETTE, Wellington Longuini. Avaliação de pastas de cimento Portland contendo cinza pesada moída. Matéria (Rio de Janeiro). 2016; 21(1):92-104. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rmat/v21n1/1517-7076-rmat-21-01-00092.pdf>. Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [31] PINHEIRO, Igor. Concreto: Os 8 Principais tipos na Construção Civil. 2019. Disponível em <https://www.inovacivil.com.br/tipos-de-concreto/>, Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [32] PORTO, Thiago Bomjardim, FERNANDES, Daniele Stefane Gualberto. Curso básico de concreto armado. São Paulo: Oficina de Textos; 2015. Disponível em <http://souexatas.eng.br/wp-content/uploads/2017/08/CURSO-B%C3%81SICO-DE-CONCRETO-ARMADO.pdf>. Acesso em 8 de novembro de 2020.
- [33] POSSETTI, GRC et al. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário-Parte 5: Biogás e emissões fugitivas de metano. Revista DAE. 2018; 66 (214):73-89.
- [34] PRAÇA, Fabiola Silva Garcia. Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. Revista Eletrônica "Diálogos Acadêmicos" (ISSN: 0486-6266). Disponível em [http://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca.pdf](http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca.pdf). Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [35] PRODANOV, Cleber Cristiano. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

- [36] SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; DOS SANTOS, André Andrade; SANTIAGO, Aclly Ney Oliveira. Aspectos gerais do concreto armado e os procedimentos técnicos para sua utilização. 2019. Disponível em Res., Soc. Dev. 2019; 8(6):e2861020 ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i6.1020>. Acesso em 6 de novembro de 2020.
- [37] SANTOS, Valquiria Claret dos; GONÇALVES, Paulo Cesar; GUIMARÃES, Adinele Gomes; CABALLER, Felipe. Vigas de concreto reforçado com fibras de aço submetidas à flexão. REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil. 2020; 16(1):01-15. Disponível em <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/50551/34746>. Aceso em 8 de dezembro de 2020.
- [38] SHIMOSAKA, Tobias Jun. Influência do teor de diferentes tipos de fibras de aço em concretos autoadensáveis [dissertação]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016. 87 p. Disponível em <http://repositorio.utfpr.edu.br/2017.pdf>. Acesso em 7 de novembro de 2020.
- [39] TAVARES, Matheus Godoi. Simulação da perda de protensão aderente em elementos de concreto [tese]. [São Paulo]: Universidade de São Paulo; 2020. 134 p. Disponível em [http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2020ME\\_MatheusdeGodoyTavares.pdf](http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2020ME_MatheusdeGodoyTavares.pdf). Acesso em 7 de dezembro de 2020.
- [40] VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2011.



# Capítulo 3

## *Sustentabilidade na construção civil: Uma análise sobre o aproveitamento do concreto em uma empresa da construção civil na cidade de Manaus-AM*

*Andrey Rodrigues Monteiro*

*Ana Paula Rodrigues dos Santos*

*Frank Henrique Santos Fontineles*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** A construção civil é um dos setores responsáveis pela devastação do meio ambiente, em relação a sua enorme geração de resíduos. Assim, o objetivo principal deste estudo é analisar a sustentabilidade na construção civil no que se refere ao aproveitamento do concreto em uma empresa do segmento na cidade de Manaus. **Objetivos Específicos:** contextualizar construção civil e sustentabilidade; realizar a visita em uma empresa da construção civil; aplicar o questionário com intuito de obter dados sobre a temática em questão; apresentar os dados coletados sobre o reaproveitamento do concreto e sua importância para sustentabilidade. **Metodologia** trata-se de uma pesquisa bibliográfica e de campo de cunho qualitativa. **Resultados:** No que tange ao aproveitamento dos resíduos de classe A da empresa, segundo os profissionais, os restos de concretagem são aproveitados na produção de blocos para vedação de paredes, pisos, calçadas e entre outros, porém a empresa não tem um projeto voltado para os resíduos da classe A. Desta forma, constatou-se que a empresa já fez algumas atividades voltadas para a sustentabilidade envolvendo o concreto, porém, no momento desta pesquisa os mesmos relataram que estão deixando a desejar no que tange ao aproveitamento dos resíduos da classe A, mas dentro das possibilidades aproveitam o concreto.

**Palavras-chave:** Construção civil; Concreto; Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores responsáveis pela devastação do meio ambiente, em relação a sua enorme geração de resíduos. Ao serem lançados de maneira insensata no meio ambiente, estes resíduos podem contaminar o solo e a saúde da população local (LIMA, et al., 2013, p.2). Conforme os autores, embora os resíduos sólidos emitem uma imagem de inutilidade e provoquem degradação ambiental, muitos desses resíduos sólidos, particularmente os resíduos de classe A, podem ser reaproveitados de diferentes formas e contribuir para menor destruição do meio ambiente.

O setor da construção civil na atualidade tem crescido muito e com isso também cresce a preocupação com a sustentabilidade, uma vez que esta produz muitos materiais que agredem o meio ambiente, pois o resto de concretagem que sobra das obras podem ser utilizados em pequenos projetos de sustentabilidade. Desta forma, questiona-se ao engenheiro civil, quais projetos as empresas do segmento vem realizando para o reaproveitamento do concreto que sobra das construções em Manaus?

Desta maneira o objetivo principal deste estudo é analisar a sustentabilidade na construção civil no que se refere ao aproveitamento do concreto em uma empresa do segmento na cidade de Manaus. Objetivos Específicos: Contextualizar construção civil e sustentabilidade; Realizar a visita em uma empresa da construção civil; aplicar o questionário com intuito de obter dados sobre a temática em questão; apresentar os dados coletados sobre o reaproveitamento do concreto e sua importância para sustentabilidade.

A construção civil precisa se preocupar cada vez mais com o que está fazendo com o resto de concretos que sobram das obras, para que estes não sejam despejados em lugares impróprios, gerando, assim a degradação do meio ambiente. Deste modo, o meio ambiente e a sociedade são os que mais usufruem deste processo, para o engenheiro civil é importante, pois esta passa a ter também a responsabilidade de criar projetos junto a empresa para a questão do reaproveitamento de concretos. Para academia a pesquisa é relevante devido a preservação do meio ambiente ser pauta não só no Brasil, mas no mundo, desta forma o estudo apresenta propostas que poderão contribuir com outras pesquisas que abordem esta temática.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Oliveira e Fresca (2019, p.11), “historicamente a construção civil se definiu como uma indústria de baixa composição orgânica de capital e intensiva em trabalho”. Ainda conforme os autores, “dadas suas características técnicas e políticas, foi ao longo do tempo tomada como um dos pontos de políticas econômicas anticíclicas”.

“A construção civil tem suas origens em obras artesanais que vêm avançando ao longo dos tempos, portanto, a geração de resíduos na construção é considerada normal pelos trabalhadores da região” (OLIVEIRA M. et al.,2019, p.2). Os autores destacam ainda que, “porém, todos concordam que há necessidade de reduzir os volumes desses resíduos nos canteiros de obras”.

Dos Santos F. et al. (2016, p.11), “o setor de construção civil tem grande representatividade na economia brasileira. Como os demais setores, sofreu desaceleração em virtude da crise econômica de 2008”, ainda segundo os autores, “o apoio de políticas governamentais, como a desoneração de produtos da cadeia produtiva e o Programa Minha Casa, Minha Vida apresentou expansão e desenvolvimento”.

Conforme Fochezatto e Ghinis (2011,P.2), “nas duas últimas décadas, a construção civil tem seguido uma trajetória de crescimento exponencial, particularmente em termos de produção”. Destacam ainda os autores, que talvez isso ocorra devido às particulares características do processo produtivo da construção civil, pois se trata de um setor trabalho-intensivo, com baixa produtividade do trabalho em comparação às atividades produtivas de tecnologia avançada, mais intensivas em capital.

Sobre a influência da Construção civil no PIB brasileiro Nunes et al. (2020), diz:

A economia brasileira é dividida por três grandes setores: Agropecuária, Indústria e Serviços, sendo a Construção Civil pertencente ao setor da Indústria. O setor da construção civil, grande responsável pela economia de um país. Além disso, são encontradas fortes evidências de que os investimentos em infraestrutura influenciam diretamente na ascensão dos demais setores industriais e, portanto, contribui de forma essencial para o crescimento do PIB(p.3).

“A indústria da construção civil tem grande participação no desenvolvimento econômico e social através da criação de infraestrutura, redução do déficit habitacional, geração de emprego e renda” (DE CONTO, 2017,p.2)

Os empregos formais e sua variação entre 2005 e 2015, foram os que mais cresceram, o grande setor da construção civil foi o que mais se destacou, tanto em nível nacional, quanto na região do estado do Amazonas (DE OLIVEIRA e SORIA, 2020).

Ainda sobre construção civil Dos Santos; De Souza; Dos Santos (2019), diz:

A construção civil, no Brasil e no mundo, é importante setor que se destaca no desenvolvimento social e econômico de um país, impactando positivamente nos índices de desenvolvimento. Por outro lado, sua intensa atividade também resulta em impactos negativos e necessidade da busca por métodos cada vez mais eficientes (p.2).

Segundo Oliveira e Fresca (2019), o processo de desenvolvimento da construção civil em bases industriais está alusivo às transformações sociais, econômicas e políticas da sociedade brasileira, desta forma ocorrem em simultaneidade e sintonia com o processo de urbanização. Assim, o desenvolvimento da construção civil, está relacionado a todos estes processos de transformações que resulta na urbanização.

## **2.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

“A construção civil tem uma participação nos impactos causados ao meio ambiente, pois é um setor que consome grande parte dos recursos naturais, transforma ambientes naturais em ambientes construídos, é um grande gerador de resíduos” (DA SILVA, et al.2017,p.2).

A construção civil, vem analisando e buscando gradativamente questão da sustentabilidade, não apenas com o objetivo de cumprir os aspectos legais, mas sim como meio de aprimorar seus processos gerenciais e responsabilidade ambiental (OLIVEIRA, J. et al., 2012)

No que se refere ao desenvolvimento sustentável, Marques et al. (2017), destacam os desafios enfrentados pela indústria da construção civil, com enfoque para a busca por maiores níveis de qualidade e eficiência em seus processos produtivos e no consumo dos recursos naturais, com objetivo de evitar a degradação do meio ambiente.

Desta maneira a própria prefeitura precisa se preocupar com projetos que possam realizar o reaproveitamento dos resíduos classe A ou seus descartes, assim Lima et al. (2013), destaca que:

os resíduos de construção civil são recolhidos pelos funcionários da prefeitura em caçambas e lançados em aterros sanitários, tornando crescente o acúmulo desses resíduos. Os resíduos sólidos da construção civil de classe A, que são materiais como: tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto e tubos são separados dos demais resíduos pela própria população em calçadas e ruas, e posteriormente sendo recolhidos. Relatado por profissionais envolvidos com o descarte desses resíduos, na cidade, não há quaisquer métodos de tratamento e reaproveitamento dos resíduos sólidos da construção civil (p.2).

Os restos da construção civil, “quando não possuem uma destinação adequada, podem trazer consequências negativas para o meio ambiente. (...) e também podem apresentar riscos à saúde” (DA SILVA, et al.2017,p.2).

Sobre os resíduos sólidos classe A da construção civil e a sustentabilidade, Lima et al. (2013), diz:

Os resíduos sólidos da construção civil de classe A, podem ser reutilizados de várias maneiras, principalmente como agregados em obras. Esses resíduos podem ser coletados e transformados em matéria prima através do processo de trituração e granulagem. A matéria prima gerada por este processo pode ser usada para a fabricação de produtos de base para a construção civil como tijolos, blocos de cimento e britas. Nisso, a alternativa de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil é uma alternativa sustentável que gera economia, proteção ambiental e desenvolvimento social (p.4).

A política Nacional dos Resíduos Sólidos-PNRS no seu artigo 3º da Lei 12.305 define o descarte final ambientalmente correto dos resíduos como: “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”. Através desta Lei, percebe-se que o destino da concretagem entre outros resíduos, tem um destino certo, evitando assim, que seja descartado em qualquer lugar (BRASIL, 2010).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02, após o processo de triagem deve ser dado o destino adequado aos resíduos. Os resíduos classe A devem ser reutilizados ou reciclados como agregados que são os materiais granulares provenientes do beneficiamento, podendo ser utilizados para a pavimentação em forma de brita corrida, produção de concreto não estrutural, para a confecção de argamassas de assentamento e revestimento dentre outras utilidades (BRASIL,2002).

Camargo, et al. (2015), argumentam que um dos maiores desafios da construção civil, consiste na busca por equilíbrio do triple bottom line (que prioriza as três dimensões da sustentabilidade: social, ambiental e econômica), e sua aplicação conforme os conceitos de desenvolvimento sustentável. O equilíbrio desses três pilares deve resultar na diminuição do impacto ambiental, responsabilidade sócio empresarial e melhorias das condições climáticas.

A necessidade de desenvolvimento de políticas públicas adequadas em relação ao gerenciamento de resíduos de construção, incluindo incentivos financeiros para empresas que estejam dispostas a gerenciar seus resíduos de forma sustentável (OLIVEIRA, et al.,2019,p.5).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. LOCAL DA PESQUISA**

Empresa da construção civil: Green Construções e serviços. localizada na Rua Violeta Bayma N°365 Bairro Tancredo Neves Manaus, Amazonas.

#### **3.2. TIPO DE PESQUISA**

Na primeira etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica, no período de setembro a outubro de 2020. Voltados para a temática: sustentabilidade e construção civil: uma análise sobre o aproveitamento do concreto em uma empresa da construção civil na cidade de Manaus-Am.

A pesquisa foi realizada nos sites acadêmicos, livros, revistas e artigos que discutem a temática e foi utilizado os seguintes descritores: sustentabilidade; construção civil; concreto.

O critério de seleção se deu através da literatura e resumos para a classificação dos artigos elegíveis, também nesta etapa foram excluídos os artigos pagos e os artigos em línguas estrangeiras.

Na segunda etapa foi realizado a pesquisa de campo, onde foi possível colher dados importantes para esta pesquisa (aplicação de um questionário), bem como aproximar o pesquisador com seu objeto.

Deste modo, trata-se de uma pesquisa qualitativa, este método de investigação científica foca no caráter subjetivo do objeto analisado.

#### **3.3. APLICAÇÃO DO ESTUDO**

A indústria da construção civil no Brasil tem apresentado um crescimento expressivo, bem como sua contribuição para a economia do país. Assim, as empresas

neste segmento têm se preocupado com a sustentabilidade, pois sabe-se q a construção civil também prejudica de certo modo o meio ambiente. Nesse sentido, ter projetos sustentável pode contribuir positivamente para todo este cenário e preservar o meio ambiente como um todo.

A proposta deste estudo está relacionada a sustentabilidade e a construção civil, onde será apresentado a verificação dos resultados obtidos através de um questionário aplicado junto aos profissionais da construção civil (de uma empresa da construção civil).

### **3.4. POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A pesquisa foi feita com um mestre de obra e um engenheiro civil.

### **3.5. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA:**

Atividade que realiza: Construções e Serviços de engenharia, bem como, à construção e incorporação de empreendimento residenciais populares em Manaus. Com o foco em três conceitos, localização, preço e formas de pagamentos, Green Construções e serviço é uma empresa que se preocupa com o bem estar dos nossos clientes e com o meio ambiente.

### **3.6. CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES**

Primeiro foi feito uma visita para conhecer a empresa e alguns profissionais; depois foi realizado a construção do questionário (feito através do google forms), em seguida encaminhei para os entrevistados responder via whatsapp.

Dando continuidade na coleta de dados, depois de respondido pelos sujeitos da pesquisa, organizei as respostas, que serão apresentadas em formas de falas e gráficos para a melhor compreensão dos dados.

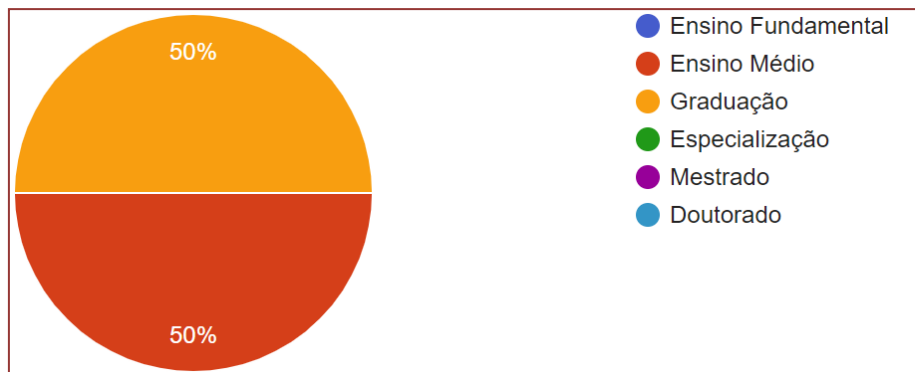
## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A pesquisa foi elaborada com o objetivo de analisar a sustentabilidade na construção civil no que se refere ao aproveitamento do concreto em uma empresa do segmento na cidade de Manaus.

O questionário foi voltado a dois profissionais do sexo masculino da Green Construções e Serviços, um Engenheiro Civil e um Mestre de Obras, com idades classificadas entre 25 a 29 anos, um solteiro e um casado, um graduado e um formado no ensino médio. Gráfico 1.



Gráfico 1: Há quanto tempo você trabalha na empresa?



Fonte: Autores

O questionário iniciou-se com a pergunta que solicitava o tempo de serviço prestado que ambos profissionais já haviam exercido na empresa.

Diante disso, foram obtidas as seguintes respostas:

- “3 anos” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).
- “2 anos” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

De acordo com as respostas do Engenheiro Civil e do Mestre de Obras, ambos profissionais, respectivamente, possuem três e dois anos de trabalho na empresa Green Construções e Serviços.

A pesquisa teve continuidade com a questão que requisitava o conhecimento dos profissionais sobre sustentabilidade na construção civil.

A seguir, a resposta dos profissionais:

- “Sim” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).
- “Entendo que devemos melhor reaproveitar o entulho, visto que a construção civil é uma geradora de resíduos não recicláveis” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

No que se refere ao saber dos profissionais sobre sustentabilidade na construção civil, os profissionais afirmaram o seu entendimento. Segundo o Mestre de Obras, a construção civil é uma formadora de resíduos não recicláveis, portanto, reaproveitar o entulho da melhor maneira é dever de todos os envolvidos.

Na questão seguinte, foi elucidado: Como Engenheiro Civil e como Mestre de Obra, você conhece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, Lei 12.305?

Deste modo, as respostas coletadas foram:

- “Sim” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).
- “Não” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

No que tange a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, Lei 12.305, o Engenheiro Civil confirmou o seu saber sobre tal, enquanto que o Mestre de Obras negou o seu entendimento sobre.

Foi questionado na pergunta seguinte quais dificuldades enfrentadas para realizar o aproveitamento dos resíduos, em destaque o concreto?

As respostas foram:

- “No estado do Amazonas, não temos empresas que façam esse reaproveitamento desse material, e ao mesmo tempo, o custo de logística para livrar desse material de forma legal se torna inviável para as empresas, infelizmente no Estado do Amazonas não temos a cultura de reciclar materiais sólidos e as empresas também não tem incentivos por parte do governo e nem apoio, mas dentro do possível, nossa empresa busca fazer pequenos aproveitamentos com o concreto, o que ainda é pouco” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).

- “Logística e armazenamento do mesmo” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

No tocante das respostas observadas, entre as dificuldades enfrentadas para realizar o aproveitamento dos resíduos, em destaque o concreto, estão relacionadas: o armazenamento dos resíduos, a falta de interesse de empresas do segmento, a inviabilidade de custos para o descarte legal de tais resíduos e a carência de logística. O Engenheiro Civil ainda afirma que especificamente no Estado do Amazonas, não há incentivos por parte do governo para tal.

Na quinta questão, foi perguntado: Como a empresa faz o aproveitamento dos resíduos da classe A?

Diante disto, o retorno dado pelos profissionais foi:

- “São feitos novos blocos como vedação de paredes, pisos intertravados, meio fios de via pública, calçadas para pedestres, etc.” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).

- “Através de tipos de pisos e calçadas” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

No que diz respeito ao aproveitamento dos resíduos de classe A da empresa, segundo os profissionais, estes são reaproveitados na produção de blocos para vedação de paredes, pisos, calçadas e meio fios.

O questionário seguiu com a seguinte pergunta: em sua opinião os resíduos da construção prejudicam de que forma o meio ambiente?

Diante do exposto, foram recebidas as seguintes respostas:

- “Quando se é jogado ilegalmente ao meio ambiente, dependendo do material pode-se matar alguns animais e plantas, em alguns casos, pode entupir bueiros, gerando alagações em determinadas áreas, poluição atmosférica, poluição visual, etc.” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).

- “Contaminação do solo” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

Conforme as respostas obtidas pelos profissionais, se descartado de forma errônea, os resíduos da construção podem prejudicar o meio ambiente através da contaminação do solo, poluição atmosférica e alagações em determinadas áreas decorrentes do entupimento de bueiros.

Em seguida, foi indagado: em sua opinião, os resíduos, como o concreto, podem prejudicar as pessoas caso sejam descartados em lugares impróprios?

Assim, a explicitação cedida pelos profissionais foi:

- “Dependendo de alguns resíduos e dependendo do local de descarte isso atrai bastante roedores e bicho peçonhentos e sendo bastante prejudicial aos seres humanos e com esses animais atraem bastantes doenças” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).

- “Sim, atrapalhando a mobilidade das pessoas. Com acúmulos de poeira” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

No que concerne a prejudicialidade dos resíduos às pessoas, caso estes sejam descartados em lugares impróprios, os profissionais sinalizaram que o mau descarte de resíduos, tais como o concreto, pode ocasionar patologias através de animais, como roedores, ou do acúmulo de poeira.

A oitava questão desta pesquisa solicitou dos profissionais se a empresa possui algum projeto sustentável para os resíduos, em destaque o concreto.

Dessa forma, as respostas recebidas foram:

- “Não” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).
- “Não” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

De acordo com as respostas obtidas pelos profissionais, a empresa em questão não possui projetos sustentáveis consolidados para os resíduos.

Na última pergunta deste questionário, foi elucidado: há quanto tempo a empresa se preocupa com a sustentabilidade?

A seguir, a resposta dos profissionais:

- “Infelizmente a empresa não tem estrutura para isso, mas dentro das possibilidades aproveita o concreto” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).
- “Não tem trabalhado esse serviço nos últimos meses” (MESTRE DE OBRAS, 2020).

No tocante das respostas observadas, percebe-se que a empresa não tem desenvolvido serviços relacionados à sustentabilidade nos últimos meses.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil segundo os teóricos, teve suas origens em obras artesanais, porém vêm avançando ao longo dos tempos. No entanto ela é responsável por grande parte de produção de resíduos. Este segmento também tem grande representatividade na economia brasileira, ou seja, tem sua importância para o desenvolvimento do país, bem como para as transformações sociais de modo geral.

Em relação a sustentabilidade na construção civil, observou-se que esta tem uma participação nos impactos causados ao meio ambiente, pois é um setor que consome grande parte dos recursos naturais, contudo aos poucos vem-se trabalhando projetos para diminuir os impactos no meio ambiente.

Sobre a política Nacional dos Resíduos Sólidos-PNRS no seu artigo 3º da Lei 12.305, através desta, observou-se que o destino da concretagem entre outros resíduos, tem um destino certo, evitando assim, que seja descartado em qualquer lugar, e com isso preservando o meio ambiente e a saúde.

No que se refere a pesquisa com o engenheiro e o mestre de obras, observou que os mesmos afirmaram que a construção civil é uma formadora de resíduos não recicláveis na maioria das vezes, portanto, reaproveitar o entulho da melhor maneira é dever de todos os envolvidos. Sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS, Lei 12.305, o Engenheiro Civil confirmou o seu saber sobre a mesma, porém o Mestre de Obras negou o seu entendimento sobre.

No que tange ao aproveitamento dos resíduos de classe A da empresa, segundo os profissionais, os restos de concretagem são aproveitados na produção de blocos para vedação de paredes, pisos, calçadas e entre outros, porém a empresa não tem um projeto voltado para os resíduos da classe A. Desta forma, constatou-se que a empresa já fez algumas atividades voltadas para a sustentabilidade envolvendo o concreto, porém, no momento desta pesquisa os mesmos relataram que estão deixando a desejar no que tange ao aproveitamento dos resíduos da classe A, mas dentro das possibilidades aproveitam o concreto.

## REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL, Lei nº 12.305, de 20 de Dezembro de 2010. Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- [2] 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.
- [3] CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, R. P. J.; OLIVEIRA, P. A. J. Meio ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92. 2 ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2015. 471.
- [4] DA SILVA, Ádria Souza et al. Gestão de resíduos sólidos na construção civil: Estudo de caso em duas empresas na Cidade de Manaus-AM. *InterfacEHS*, v. 12, n. 1, 2017.
- [5] DE CONTO, Vanessa; DE OLIVEIRA, Marcos Lucas; RUPPENTHAL, Janis Elisa. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, v. 12, n. 4, p. 100, 2017.
- [6] DE OLIVEIRA RODRIGUES, Victor; SORIA, Sidartha. Faces do “novo” desenvolvimento: o trabalho na construção civil em Suape (PE/Brasil). *Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología*, v. 29, n. 1, p. 205-224, 2020.
- [7] DOS SANTOS JÚNIOR, José Edilson; DE SOUZA COELHO, Isnaldo José; DOS SANTOS, Vivianni Marques Leite. Mapeamento Tecnológico sobre Dispositivos e Sensores para Medição In Loco em Obras de Construção Civil. *Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação*, v. 3, n. 4, p. 554-563, 2019.
- [8] DOS SANTOS FÉLIX, Fernanda et al. Construção civil no brasil: criando ou destruindo valor?. *Revista de Gestão e Projetos*, v. 7, n. 1, p. 70-82, 2016.
- [9] FOCHEZATTO, Adelar; GHINIS, Cristiano P. Determinantes do crescimento da construção civil no Brasil e no Rio Grande do Sul: evidências da análise de dados em painel. *Ensaio FEE (Impresso)*, 2011.
- [10] LIMA, Anielly Iasmin Nunes; DE LIMA SILVA, Érica; DE SOUSA, Hueverton Cardoso. Gerenciamento Dos Resíduos Sólidos Da Construção Civil No Município De Rialma-Go.2013.

- [11] MARQUES, C. T.; GOMES, B. M. F.; BRANDLI, L. L. Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade. *Ambiente construído*. v.17, no.4, Porto Alegre, 2017.
- [12] NUNES, Jéssica Martins et al. O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, p. e393997274-e393997274, 2020.
- [13] OLIVEIRA, Maria Do Ps Lamêgo; DE OLIVEIRA, Evailton Arantes; DAS, Arlene M. Lamêgo. Caracterização Da Gestão De Resíduos Em Canteiros De Obras Da Cidade De Manaus/Am.2019.
- [14] OLIVEIRA, J. A. C.; SPOSTO, R. M.; BLUMENSCHHEIN, R. N. Ferramenta para avaliação da sustentabilidade ambiental na fase de execução de edifícios no Distrito Federal. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 7, n. 2, p. 11-21, 2012.
- [15] OLIVEIRA, Edilson Luis; FRESCA, Tania Maria. Financeirização Das Empresas Da Construção Civil E Verticalização Em Londrina-Pr, Brasil. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 45, n. 1, p. 07-26, 2019.

# Capítulo 4

## *Gerenciamento de obras: Estudo de caso do uso de ferramentas de gerenciamento para o cumprimento do prazo final em obras*

*Marcela Dalila Messa da Silva*

*Paula Lillian da Silva Brito*

*Luciane Farias Ribas*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O gerenciamento de obras é uma atividade complexa que envolve vários setores e estes estão suscetíveis a inúmeras variáveis em um ambiente que está em constante alteração, devendo a gestão ser executada de forma dinâmica e sem improvisos. A utilização de ferramentas de planejamento e controle de obras influenciam diretamente na produtividade dentro do canteiro, sendo este um indicador de desempenho do avanço ou atraso na entrega de um empreendimento. O objetivo geral deste artigo é avaliar causas do comprometimento do prazo de obra, por meio de estudo de caso, identificando medidas mitigadoras. O estudo de caso foi de uma obra de *retrofit* de um hotel para um prédio corporativo onde os fatores que geraram os atrasos foram identificados e analisados utilizando ferramentas de planejamento. Falhas como a incompatibilidade e alteração de projetos, falta de comunicação e controle de qualidade, demora na tomada de decisão, mão de obra desqualificada, fatores ambientais e falha de máquina comprometeram o prazo da obra do estudo de caso. Estas foram classificadas quanto ao grau de impacto no atraso da obra, por medidas de escala. Medidas mitigadoras foram propostas por meio de análise das falhas e classificadas conforme o objetivo das ações. O estudo demonstrou a falha por parte da construtora no gerenciamento da obra como um todo, gerando muitos problemas e fadigas no andamento da mesma, muito embora não tenha afetado de forma significativa o prazo final de entrega. Entretanto, é evidente a necessidade de um gerenciamento de fato mais ativo.

**Palavras-chave:** Planejamento e controle; Gerenciamento; Falhas.



## 1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em qualquer tipo de obra de construção, conseqüentemente dois fatores são levados em consideração: custo-benefício e qualidade. O mercado da construção tem se tornado cada vez mais competitivo e a busca pela maior eficiência na hora de construir está diretamente relacionada a estes fatores. Para tanto, é necessário que o gerenciamento de obra aconteça de tal forma que a coordenação de recursos humanos, materiais e equipamentos alcancem os melhores parâmetros de custo, prazo e qualidade, bem como os riscos sejam estabelecidos e minimizados.

Para que o gerenciamento seja executado é indispensável o uso de métodos e técnicas de planejamento e controle de obras, no qual o primeiro irá estabelecer o plano de ação do início ao fim e o segundo irá monitorar custos e prazos possibilitando a antecipação de problemas e a tomada de decisões.

Diante do exposto, o estudo das ferramentas de gerenciamento permite uma viabilização de ideias e conhecimentos sobre esse elemento de gestão que faz parte do cotidiano de toda construtora e que é de fundamental importância para facilitar e organizar o ciclo de vida de uma obra ou projeto. A compreensão e aplicação das ferramentas de gerenciamento adequadas as necessidades de cada obra tornam a execução da mesma mais econômica, eficiente e rápida.

O objetivo geral deste artigo é analisar como as ferramentas de gerenciamento de obras podem contribuir para o cumprimento de prazos, por meio de estudo de caso, identificando os fatores que podem comprometer o prazo final.

Este artigo trata-se de um estudo de caso de uma obra de um prédio corporativo cujo o prazo final foi comprometido devido a diversos fatores. Para analisar como as ferramentas de gerenciamento poderiam contribuir para que evitassem o atraso, foram identificados os fatores que comprometeram o prazo final da obra. Para essa etapa foram utilizadas ferramentas como Diagrama de Ishikawa. Em seguida foram estabelecidas as ferramentas de gerenciamento adequadas que poderiam ser utilizadas na identificação e resolução de problemas. Assim foi possível fazer uma análise dos impactos no prazo final com a adoção dessas ferramentas.

O gerenciamento na construção civil é abordado quanto ao contexto histórico e atual. A importância de um bom gerenciamento é a sua característica também são apresentadas. Assim como os impactos negativos da ausência de gerenciamento e o mal gerenciamento de obras na construção civil. E para fundamentar o estudo as técnicas e ferramentas de planejamento e controle de obras são apresentadas quanto a sua correta aplicação.

## 2. REFERENCIAL TEORICO

### 2.1. GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Halpin e Woodhead (2004, p. 7) o gerenciamento na construção civil determina a maneira como serão utilizados os recursos disponíveis para a execução do empreendimento e a melhor maneira de aplicá-los. O gerenciamento envolve a aplicação correta e eficiente dos seguintes itens: dinheiro, mão de obra, máquinas e materiais.

Ainda segundo Halpin e Woodhead (2004, p. 9) o trabalho do responsável pelo gerenciamento na construção civil é o de aplicar competentemente e economicamente

os itens necessários à execução do empreendimento, dessa forma consegue-se manter o custo, o prazo e a qualidade na execução do empreendimento.

### **2.1.1. A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Segundo PMBOK (2017, p. 10) para que haja um gerenciamento eficaz e eficiente durante os processos construtivos realizados nas atividades da construção civil, faz-se necessária a utilização de conhecimentos, ferramentas, habilidades e técnicas que permitam o cumprimento dos seus objetivos. O gerenciamento adequado contribui para que haja êxito na execução das atividades, garantindo o cumprimento dos custos, da qualidade do produto final e dos prazos que foram definidos para o empreendimento.

### **2.1.2. OS IMPACTOS POSITIVOS DO GERENCIAMENTO ADEQUADO**

De acordo com o PMBOK (2017, p. 10) um gerenciamento eficaz proporciona aos envolvidos resultados positivos, pois aumentam as chances de que os objetivos e prazos possam ser cumpridos, permite identificar, recuperar e até eliminar eventuais problemas que possam ocorrer durante a realização das atividades, atender as expectativas de todos os que atuam.

Segundo Mattos (2010, p. 21) o gerenciamento e planejamento na construção civil, proporciona que o gestor tenha pleno conhecimento das atividades a serem executadas, permitindo que os trabalhos sejam administrados de forma mais eficiente.

### **2.1.3. OS IMPACTOS NEGATIVOS DA AUSÊNCIA DE GERENCIAMENTO E/OU DO MAL GERENCIAMENTO**

De acordo com o PMBOK (2017, p. 10) a ausência ou um mal gerenciamento da obra produz resultados negativos, como extrapolo do orçamento o que acarreta mais custos ao projeto que não foram previstos na sua fase de planejamento, prazos das atividades que dificilmente possam ser recuperados, má qualidade nos serviços executados e retrabalhos, ocasionando desperdício de mão de obra.

Segundo Mattos (2010, p. 21) é imprescindível que as empresas da construção civil pratiquem processos de gerenciamento, planejamento e controle durante a execução dos seus empreendimentos, pois causam impactos significativos no desempenho das atividades necessárias ao cumprimento de metas e prazos estipulados. Estudos realizados evidenciam que a ausências de tais práticas, são as causadoras de diversos problemas, tais como: baixa produtividade das atividades, má qualidade final do produto e perdas de recursos.

## **2.2. AS TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS**

Para Formoso (2001), devido à grande oferta imobiliária do mercado e uma maior exigência por parte dos clientes, as empresas da construção civil tem o objetivo de estarem mais competitivas e como consequência gerenciar melhor seu sistema produtivo (apud SILVA, 2011). Atualmente toda empresa visa construir mais, em um menor tempo e com o menor custo (COSTA, 2016). Para tal, há uma necessidade de investimentos no planejamento do processo construtivo. Existem hoje vários métodos

de planejamento e controle de obras que são utilizados na construção civil, mas o método aplicável é determinado pelo tipo de obra sendo necessária a identificação da mesma para que assim possa se estabelecer um plano de ação. Dentre os métodos e técnicas mais utilizadas destacam-se o BIM, Caminho Crítico, Curva ABC, Curva S, Diagrama de Pareto, Histogramas Comparativos, Linha de Balanço, Lean Construction e Rede PERT-CPM (FORMOSO, 2001 apud MAGALHAES; MELO; BANDEIRA, 2018).

As técnicas e ferramentas de planejamento e controle de obras quando aplicadas de forma correta orientam as etapas construtivas, aumentam a produtividade e a lucratividade da construtora. Não existe uma receita de bolo ou um planejamento e controle perfeitos, mas a organização de pessoas, atividades, materiais e processos em busca de um objetivo já cria uma garantia razoável de que o resultado final será obtido.

De acordo com Queiroz (2001), o controle do planejamento tem por objetivo fazer um acompanhamento diário dos serviços executados, focando no controle da produtividade e dos custos. O controle ainda faz com que os processos de forma em geral sejam acompanhados constantemente seguindo um caminho previsto e preparando-se ou até evitando surpresas no decorrer dos processos, com isso é possível acompanhar o desenvolvimento do projeto, prever, monitorar e modificar estratégias de ação.

O planejamento, cronograma e controle são tarefas que se interligam, não sendo sequenciais e que se sobrepõe com o andamento da obra (QUEIROZ, 2001). O planejamento quando interligado ao controle, diminui a geração de problemas nos vários setores que compõem a obra proporcionando melhorias no desenvolvimento das atividades, assegurando o curso regular das ações e reduzindo incertezas, visto que as ações são vistas e revisadas em busca do melhor desempenho e sanando a falta de conhecimento dos personagens envolvidos com relação as tarefas que devem ser desempenhadas. Um planejamento e controle de obras perfeito é aquele que diminui custos, identifica problemas e falhas técnicas, tem agilidade na tomada de decisão e busca o lucro, o qual aliado ao controle evita que o cronograma inicial da obra seja diferente do cronograma real.

### **2.2.1. TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO DE OBRAS**

BIM – o Bim surgiu através de pesquisas na área de TI e interpolaridade feitas por Jerry Laiserin na década de 80. A partir de 1987 foi lançado o primeiro software com as ferramentas de Bim, e posteriormente outros modelos foram criados. Hoje a modelagem se tornou um importante aliado na construção civil, pois além dos benefícios no planejamento de atividades, devido sua capacidade de integração de informações, consegue abranger a cadeia produtiva de construção como um todo. (ADDOR et al, 2010).

Caminho Crítico – o método foi criado em 1950 a partir da necessidade de resolver atrasos em projetos da marinha americana. Inicialmente o projeto era dividido em milhares de tarefas conectadas de acordo com sua sequência por setas e com a estimativa de duração das tarefas, duração do projeto e grau de importância crítica de cada tarefa (AVILA, 2017 apud SANTOS, 2018).

De acordo com Mattos (2010), o caminho crítico é a sequência de atividades que determinam uma duração total. A partir deste conjunto de atividades se define o prazo total da rede. Antes desse prazo, o projeto não pode ser concluído de acordo com os dados informados. Em termos de resultado o caminho crítico oferece uma

representação visual do projeto que mostra o tempo de conclusão da tarefa, bem como a tarefa que pode impactar no atraso do projeto.

Linha de Balanço – a técnica é utilizada para programação de tarefas repetitivas, criada pela Goodyear nos anos 40, começou a se difundir na construção civil em conjuntos habitacionais e edifícios muito altos (COELHO, 1998 apud SILVA, 2018).

Segundo Limmer (1997), consiste em traçar, referidas a um eixo cartesiano, linhas que representam uma atividade e seu respectivo tempo (apud MAGALHAES; MELO; BANDEIRA, 2018). Portanto, nada mais é do que um gráfico espaço x tempo, indicando uma unidade e quando a tarefa é executada nesta unidade, bem como a(s) equipe(s) envolvidas. Essa ferramenta permite programar o início e fim de determinadas tarefas, muito utilizada em obras de longo prazo que possuem um padrão repetitivo, pois a atividade seguirá ritmo de produção definidos durante todo o processo construtivo.

Lean Construction – método baseado no sistema Toyota de produção que visa a eliminação de desperdícios e o uso consciente da matéria prima. A construção enxuta como também é chamado possui 5 princípios que norteiam a execução de atividades que são: agregar valor à construção; eliminar o que não acrescenta; otimizar o tempo (Just in time); reduzir variabilidade e tornar processos transparentes. O Lean nada mais é do que a otimização das técnicas e ferramentas de planejamento e controle de obras de forma eficiente e com o mínimo de desperdício de recursos e menor custo. (ISATTO e FORMOSO, 1998 apud COSTA, 2016)

O planejamento é uma atividade essencial a qualquer empreendimento, sendo desenvolvida desde antes de seu início até sua finalização, podendo assumir formas e denominações diferentes conforme o conjunto de tarefas desenvolvidas nas suas etapas (QUEIROZ, 2001). É considerado uma função primordial básica do gerenciamento de obras. As técnicas e métodos utilizados sem preocupação com as necessidades da obra podem se tornar incompatíveis ou limitadas prejudicando o processo de planejamento como um todo ou afetando o desenvolvimento de seus ciclos causando efeitos no desempenho da obra como atrasos, aumento de orçamentos, e etc.

Oriundo de processos administrativos o planejamento na construção civil é uma das ferramentas utilizadas para que as empresas organizem suas obras em busca de seus objetivos e de melhorias contínuas, visto que o mercado está cada vez mais competitivo e a falha na etapa de planejamento da obra é uma deficiência encontrada na grande maioria das construções. Dessa forma os principais motivos pelos quais se faz necessário o planejamento são: facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento; define os trabalhos exigidos; promove uma coordenação e integração vertical e horizontal (multifuncional), além de produzir informações para tomada de decisão e melhora o desempenho da produção através da análise de processos (LAUFER, 1990 apud COSTA, 2016).

### **2.2.2. TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE CONTROLE DE OBRAS**

Cronograma de Gantt – também conhecido como gráfico ou diagrama de Gantt ou ainda diagrama de barras, foi criado pelo engenheiro mecânico Henry Gantt em 1910 como uma técnica de planejamento de prazos utilizado inicialmente na construção de navios. Consiste em representar por meio de barras horizontais a duração das atividades de um projeto. O método apresenta uma visualização individual das datas de início e fim

de cada atividade, tornando o mapeamento da mesma visualmente mais fácil bem com as dependências entre atividades. O diagrama pode ainda utilizar marcos ou pontos de verificação de momentos importantes do projeto, quando a associado ao PERT-CPM. É uma ferramenta de controle importante por ser visualmente atraente, de fácil leitura e apresentar de maneira simples e direta a posição da atividade ao longo do tempo (MATTOS, 2010).

Curva S – A denominação se dá devido ao formato, sendo este um comportamento padrão da grande maioria das obras, que seria lento-rápido-lento (MATTOS, 2010). A curva S é amplamente utilizada para análise da evolução física da obra, pois mostra um comparativo do que foi planejado e realizado, representando assim o volume de desenvolvimento da mesma. Pode ainda apresentar a correlação entre recursos e custos, visto que sua distribuição ocorre de forma cumulativa. Através da utilização da curva S é possível que o planejador tenha parâmetros sobre o avanço ou atraso temporal da obra podendo assim intervir quando necessário (GONÇALVES, 2016).

Rede PERT-CPM – PERT em português significa Técnica de Avaliação e Revisão de Programas, desenvolvido pela marinha americana para planejamento e controle do projeto de desenvolvimento de um míssil para a Guerra Fria em 1957. Como era uma operação desconhecida usava-se a estatística para se obter informações (MATTOS, 2010). O método surgiu da necessidade de uma ferramenta mais abrangente que atingisse um maior número de atividades. O diagrama de rede pode ser apresentado em dois formatos sendo uma malha de flechas ou blocos que tem informação de duração e sequencia, levando em consideração as relações de dependência e precedência das atividades. Dessa forma a ferramenta auxilia no cálculo do caminho crítico, mostra a duração do projeto bem como as folgas de cada atividade

(SANTOS, 2018).

Para o desenvolvimento de qualquer obra é fundamental o controle de suas atividades, pois o mesmo oferece uma análise continua de resultados e prover aos gestores informações sobre a realidade do andamento da obra, permitindo uma tomada de decisão (GASPARETO; PRODÓCIMO; SCHNORRENBURGER, 2010)

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Para a preparação deste artigo, foi adotado o método de estudo de caso e revisão da literatura, utilizando-se de artigos e livros.

#### **3.1. ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso refere-se ao gerenciamento, planejamento e controle de uma obra comercial onde foi executado o retrofit de um edifício de 19 pavimentos (2 subsolos, térreo, mezanino, 14 pavimentos tipo e cobertura), onde originalmente funcionava um hotel com 219 apartamentos, transformando-o em um prédio comercial com “open office” para aproximadamente 1.000 funcionários. O prazo de execução da obra foi de 7 meses.

### 3.1. LEVANTAMENTO DE FALHAS

Para identificar as causas do atraso na obra do estudo de caso foi utilizada a ferramenta do Diagrama de Ishikawa. Conhecido como causa e efeito, ajuda a identificar, classificar e demonstrar as possíveis causas do problema. O procedimento consiste na alocação de falhas em seis categorias: Mão de obra, máquina, materiais, medida, meio ambiente e método.

### 3.2. CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS

Após a identificação das falhas foram estabelecidos dois critérios de classificação das falhas. Um quanto ao grau de gravidade da falha dentro do processo produtivo da obra. A gravidade foi estabelecida quanto a três níveis: alta, média e baixa. Os níveis receberam pesos quanto a gravidade sendo:

- Grau 3, falha com grau de gravidade alta;
- Grau 2, falha com grau de gravidade média e
- Grau 1, falha com grau de gravidade baixa.

A avaliação quanto ao grau de gravidade foi estabelecido pelos gerentes da obra, que foram cinco engenheiros.

E o outro critério foi baseado na Escala Likert para o grau de importância. Entende-se por grau de importância quanto a contribuição da falha ocorrida no prazo da obra. A escala consisti em:

- Peso 1 que corresponde a falha que foi extremamente menos importante no atraso da obra;
- Peso 2 que corresponde a falha que foi pouco importante no atraso da obra;
- Peso 3 que corresponde a falha neutra no atraso da obra;
- Peso 4 que corresponde a falha que foi importante no atraso da obra e
- Peso 5 que corresponde a falha que foi muito importante no atraso da obra.

Essa avaliação foi realizada pelas autoras da presente pesquisa. Após a atribuição dos pesos de acordo com os dois critérios foi efetuado o produto dos pesos e ordenado do maior para o menor e determinada a pontuação total. Em seguida a porcentagem de cada valor da pontuação total foi determinada para que encontrar a falha que apresentou a maior porcentagem de gravidade e importância no atraso da obra.

### 3.3. MEDIDAS MITIGADORAS

Após a análise das falhas foram propostas medidas mitigadoras. Essas medidas foram classificadas quanto aos objetivos das ações. As medidas mitigadoras foram classificadas em: preventivas, corretivas, compensatórias e potencializadoras. As medidas mitigadoras preventivas tem por objetivo minimizar ou eliminar falhas que se apresentam com potencial para causar prejuízos. As medidas mitigadoras corretivas consistem em mitigar os efeitos de um impacto negativo identificado, quer seja pelo



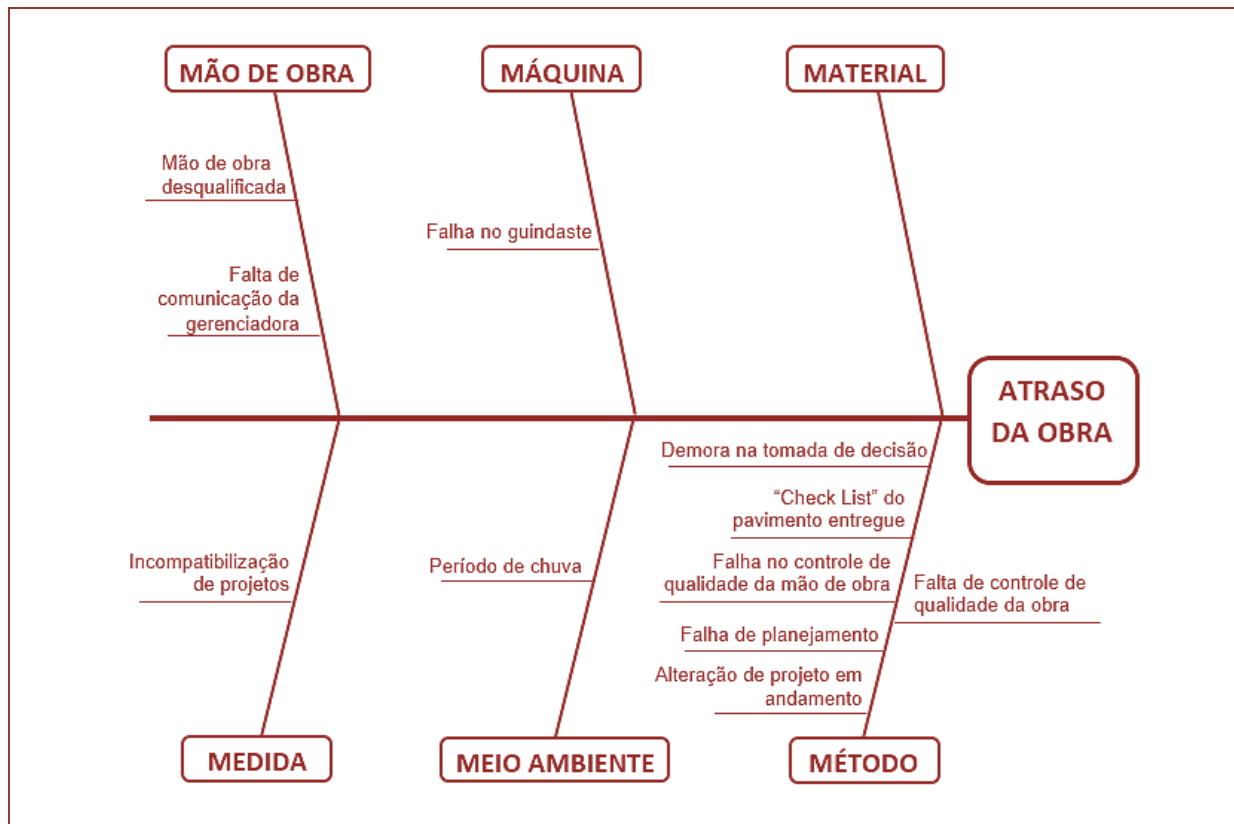
restabelecimento da situação anterior à ocorrência da falha, através de ações de controle para neutralização do fator gerador do impacto. As medidas mitigadoras compensatória procura repor bens socioambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento e as medidas potencializadoras visa otimizar ou maximizar o efeito de um impacto positivo decorrente direta ou indiretamente da instalação e operação do empreendimento. Para cada impacto ambiental negativo identificado são propostas medidas mitigadoras classificadas quanto ao seu caráter preventivo, corretivo ou compensatório, bem como medidas potencializadoras para os impactos classificados como positivos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS

Após um “brainstorming” as falhas que causaram o atraso na obra foram alocadas no Diagrama de Ishikawa. O Diagrama de Ishikawa está representado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de Ishikawa para o atraso na obra do estudo de caso.



Fonte: Autoria própria (2020)

### 4.2. CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS

Após a identificação das falhas causadoras do atraso na obra do estudo de caso, foi realizada uma classificação das falhas. As falhas foram classificadas quanto o grau de gravidade e de importância para o não cumprimento do prazo final da obra. Na Tabela 1 consta a classificação quanto ao grau de gravidade.

Tabela 1 – Classificação quanto ao grau de gravidade

GRAU DE GRAVIDADE	DESCRIÇÃO DA FALHA
3	Falha de planejamento
3	Falta de comunicação da gerenciadora
3	Incompatibilização de projeto
2	Alteração de projeto em andamento
2	“Check list” do pavimento entregue
2	Demora na tomada de decisão
2	Falta de controle de qualidade da obra
1	Falha no controle de qualidade da mão de obra
1	Falha no guindaste
1	Mão de obra desqualificada
1	Período de chuva

Fonte: Autoria própria (2020)

A falha de planejamento, falta de comunicação da gerenciadora e incompatibilização de projeto, foram classificadas com grau de gravidade alta, por se tratar de falhas que não são admitidas em uma obra. Essas falhas não são admitidas por gerarem perdas e até mesmo riscos a obra. A alteração de projeto em andamento, “check list” do pavimento entregue, demora na tomada de decisão e falta de controle de qualidade, foram classificadas com grau de gravidade média, por se tratar de falhas que causaram impacto na qualidade da obra se risco a segurança da obra. A falha no controle de qualidade da mão de obra, falha no guindaste, mão de obra desqualificada e período de chuva, foram classificadas com grau de gravidade baixa, pois foram falhas que foram sanadas em tempo hábil não afetando o prazo para conclusão da obra.

O grau de importância foi estabelecido conforme Escala Likert, com a qual foi possível estabelecer a ordem de importância das falhas no atraso da obra. Na Tabela 2 constam as falhas e os respectivos grau de importância atribuídos.

Tabela 2 – Grau de importância das falhas

GRAU DE IMPORTÂNCIA	DESCRIÇÃO DA FALHA
5	Incompatibilização de projeto
4	Demora na tomada de decisão
4	Alteração de projeto em andamento
4	Falta de comunicação da gerenciadora
3	Falha de planejamento
3	Falta de controle de qualidade da obra
2	“Check list” do pavimento entregue
2	Falha no controle de qualidade da mão de obra
2	Mão de obra desqualificada
1	Falha no guindaste
1	Período de chuva

Fonte: Autoria própria (2020)

A incompatibilização de projeto recebeu a classificação de muito importante para o prazo da obra por causar grande interferência na execução gerando retrabalhos durante e até após a conclusão das atividades. Foram classificadas como importantes a alteração de projeto em andamento, demora na tomada de decisão e falta de

comunicação da gerenciadora, porque houve retrabalho, perda de material e custos adicionais, prolongando o tempo de execução das atividades e resolução de problemas. Para falha de planejamento e falta de controle de qualidade da obra foram atribuídas classificação neutra, pois apesar de não haver um controle e monitoramento das atividades, as mesmas não influenciaram diretamente no prazo final da obra.

O “check list” do pavimento entregue, falha no controle de qualidade da mão e mão de obra desqualificada, falha no guindaste e período de chuva, foram falhas que não tiveram grau de importância significativo que afetasse o cumprimento do prazo da obra.

Para avaliar o impacto das falhas no atraso da obra foi estabelecido o produto entre o grau de gravidade e importância das falhas das Tabelas 1 e 2. Na Tabela 3 constam os produtos e as respectivas porcentagens que as falhas representam da pontuação total.

Tabela 3 – Relevância das falhas de acordo com o grau gravidade e importância no prazo da obra.

Descrição da falha	Grau de Gravidade x Grau de Importância		%
	Incompatibilização de projeto	15	
Falta de comunicação da gerenciadora	12	18%	
Falha de planejamento	9	13%	
Alteração de projeto em andamento	8	12%	
Demora na tomada de decisão	8	12%	
Falta de controle de qualidade da obra	6	9%	
“Check list” do pavimento entregue	4	6%	
Falha no controle de qualidade da mão de obra	2	3%	
Mão de obra desqualificada	2	3%	
Falha no guindaste	1	1%	
Período de chuva	1	1%	

Fonte: Autoria própria (2020)

A incompatibilização de projeto, falta de comunicação da gerenciadora, falha de planejamento, alteração de projeto em andamento e demora na tomada de decisão, somadas representam 77% de impacto no atraso da obra.

### 4.3. MEDIDAS MITIGADORAS

Conforme o resultado das análises e classificação das falhas, o que resultou nas cinco falhas mais relevantes para o atraso na obra, foram estabelecidas medidas mitigadoras. As medidas foram classificadas em: preventivas, corretivas, compensatórias e potencializadoras, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Identificação das medidas mitigadoras

MEDIDAS MITIGADORAS				
Falha	Preventiva	Corretiva	Compensatória	Potencializadora
Incompatibilização de projeto	Adoção do sistema BIM e compatibilização através de programa AutoCad 3D			
Falta de comunicação da gerenciadora	Contratação de profissionais qualificados	Implantação de um processo para facilitar a comunicação		Aplicação de treinamento para a equipe
Falta de comunicação da gerenciadora	Contratação de profissionais qualificados	Implantação de um processo para facilitar a comunicação		Aplicação de treinamento para a equipe
Falha de planejamento	Aplicação e monitoramento dos métodos e técnicas de planejamento	Aplicação da ferramenta Curva S		
Alteração de projeto em andamento	Execução de ambiente protótipo			Melhorar as ações de planejamento
Demora na tomada de decisão	Implantar planejamento estratégico	Comprometimento da equipe	Uso de medidas que colaborem para a tomada de decisão	

Fonte: Autoria própria (2020)

## 5. CONCLUSÃO

O estudo atendeu os objetivos ao permitir embasamento por meio das pesquisas bibliográficas encontradas e mediante a análise do estudo de caso realizado, foi possível por meio do uso da ferramenta de diagnóstico, realizar o levantamento, classificar e indicar medidas mitigadoras das falhas detectadas no processo no gerenciamento, planejamento e controle de obras, que impactaram no atraso do referido empreendimento.

A pesquisa levantou a relevância dos métodos e técnicas de planejamento e controle de obras para que as ações dentro do canteiro sejam realizadas com a máxima eficiência, evitando e/ou mitigando as falhas evidenciadas no estudo de caso. O resultado da análise do estudo apresenta que embora existam várias ferramentas disponíveis para que se faça um bom gerenciamento de obras, a empresa estudada não conseguiu gerenciar o avanço da obra de forma satisfatória, gerando fadigas evidenciadas nas falhas identificadas.

A indisponibilidade de dados quantitativos que pudesse servir de base para se obter uma melhor classificação nos resultados encontrados foi uma lacuna na execução do estudo, mas ainda assim, em virtude das informações que puderam ser obtidas, é oportuno que o mesmo possa ser replicado em outras construtoras e obras da cidade de Manaus.

## REFERÊNCIAS

- [1] ADDOR, M.R. et al. Colocando o "i" no BIM. *arq.urb.* n. 4, 104-115, 2019. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/207> Acesso em: 22 nov. 2020.
- [2] COSTA, J.D. Aplicação na construção civil de técnicas e ferramentas de planejamento e controle, baseados no conceito da construção enxuta Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018407.pdf> Acesso em: 22 nov. 2020.
- [3] GASPARETTO, V.; PRODÓCIMO, R.; SCHNORRENBARGER, D. Instrumentos de planejamento e controle de obras em uma empresa prestadora de serviços ao setor da construção civil. In: XVII Congresso Brasileiro de Custos, 2010. Belo Horizonte, Anais, 2010. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/806> Acesso: 22 nov. 2020
- [4] GONÇALVES, R.A. Ferramentas de gestão de projetos para construção civil e tecnologia BIM. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AQ4GUN> Acesso em: 22 nov. 2020.
- [5] HALPIN, Daniel W.; WOODHEAD, Ronald W. Administração da Construção Civil. 2ª Edição. Rio de Janeiro/RJ. Editora LTC. 2004.
- [6] LIMMER, C. V. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. Rio de Janeiro: JC, 1996.
- [7] MAGALHAES, R.M.; MELO, L.C.; BANDEIRA, R.A. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. 2018. *Gestão & Produção.* v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2018000100044&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2018000100044&script=sci_arttext) Acesso em: 20 nov. 2020.
- [8] MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e Controle de Obras. 1ª Edição. São Paulo/SP. Editora Pini Ltda. 2010.
- [9] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)/Project Management Institute. Sexta Edição. Pensilvania/EUA. Editora Project Management Institute, Inc.
- [10] QUEIROZ, M.N. Programação e Controle de Obras. Juiz de Fora, UFJF, 2001.
- [11] SANTOS, L.H. Aplicação do método PERT/CPM na construção civil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15693> Acesso em: 22 nov. 2020.

- [12] SILVA, B.G; ZAFALON, A.A. Construção Civil: Importância do Planejamento de obras. 2011. Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação. Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Pelotas, 2011. Disponível em:  
[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/construcao\\_civil-\\_importancia\\_do\\_planejamento\\_de\\_obras.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/construcao_civil-_importancia_do_planejamento_de_obras.pdf) Acesso em: 20 nov. 2020.
- [13] SILVA, M.S. Planejamento e Controle de Obras. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em:  
<http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Planejamento%20e%20Controle%20de%20Obras%20-%20Marize%20Silva.pdf> Acesso em: 20 nov. 2020.



# Capítulo 5

## *Processo construtivo de laje pré-fabricada com vigotas treliçadas.*

*Marcus Rafael Rocha Machado*

*Phelipe da Silva Sousa*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** Atualmente, por conta de diversos fatores positivos, as lajes pré-fabricadas ganharam mercado em diversas cidades do país. Estas lajes fazem parte do grupo dos pré-moldados e como principal característica possuem a economia e a praticidade. A principal vantagem desse tipo de laje é a agilidade no processo de montagem e a redução da mão de obra e a capacidade que ela possui de vencer grandes vãos livres. O presente artigo tem como principal característica relatar de forma eficaz e entendível o processo construtivo de uma laje treliçada. Este artigo constitui-se de uma revisão e análise de literaturas publicadas. Para a elaboração deste trabalho, foram realizados estudos em livros, artigos, normas e trabalhos científicos todos com temas relacionados ao assunto. Logo em seguida foi feito um detalhamento em 6 etapas sobre o processo construtivo de uma laje com vigotas treliçadas. Como resultado a pesquisa apresentou o processo construtivo da laje com vigota treliçada, sendo demonstrado dentro do campo de análise da discussão dos resultados, que a escolha dessa opção estrutural agrega a economia de tempo e insumos que consequentemente gera a redução de custos em uma obra.

**Palavras-chave:** Construção civil, laje pré-fabricada, vigotas treliçadas.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil está em constante evolução, são inúmeros fatores que corroboram com isso, a necessidade de execução de obras cada vez mais rápidas faz com que métodos construtivos sejam aprimorados e até mesmo inventados.

A laje pré-fabricada com vigota treliçada é uma evolução da laje convencional pré-fabricada, e surgiu para superar algumas deficiências que a convencional apresentava. Foi desenvolvida na Europa e é muito utilizada atualmente em construções comerciais e residenciais. Estas lajes fazem parte do grupo dos pré-moldados e como principal característica possuem a economia e a praticidade apesar de sua facilidade de execução, é de grande importância obter cuidados especiais durante esse processo.

Segundo a ABNT 6118:2003, item 14.4.2.1, tem-se a definição estrutural que lajes ou placas (denominação usada mais em Portugal) são “elementos de superfície plana sujeitos principalmente a ações normais a seu plano. As placas de concreto são usualmente denominadas de lajes”. Também podemos ter uma definição estrutural, que diz que a laje se define em projeto como “a concepção de espaço, este definido por um plano de apoio – a laje – sobre a qual iremos construir e elaborar este espaço” (BARROSO, 2011)

Este sistema veio superar as deficiências de custo da laje maciça e da nervurada moldada "in loco", eliminando toda a madeira utilizada em fôrmas, sendo necessária apenas manter as linhas de escoras e pontaletes, bem como as nervuras de travamento. Com isto, a praticidade do sistema construtivo aumentou, diminuindo o tempo de execução e a quantidade de mão-de-obra. Conseguiu-se assim, considerável redução no custo final das edificações. (CAIXETA, 1999)

No cenário atual, existem várias empresas de pequeno e médio porte, muito até informal, que fabricam as vigotas treliçadas e até mesmo executam todo o serviço que é a fabricação das vigotas treliçadas, montagem da laje e concretagem. Todavia algumas empresas que com a falta de qualidade e responsabilidade, comprometem a segurança da estrutura pela incorreta execução, que a longo prazo problemas como grandes deformações e fissuração podem levar o risco de desabamento.

Assim, torna-se imprescindível a busca de conhecimento técnico acerca do processo construtivo. Por fim o artigo tem essa finalidade, relatar de forma efetiva e abrangente o processo de construção da laje treliçada com as principais vantagens, e relatar as etapas para determinar os problemas no processo de construção da laje.

## 2. METODOLOGIA

O artigo realizado é de caráter qualitativo. A análise qualitativa dos dados é realizada de forma intuitiva e indutiva durante o levantamento do referencial teórico. Também foi realizado um estudo exploratório por meio de uma pesquisa bibliográfica onde GIL (2008) destaca que “esta pesquisa é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos”.

Para esta pesquisa foram utilizados: 2 artigos, 3 dissertações, 2 livros, 4 Normas Brasileiras e 1 página de internet nos quais todas estas pesquisas abordavam o tema Processo construtivo de laje pré-fabricada com vigotas treliçadas.

A coleta de dados seguiu a premissa:

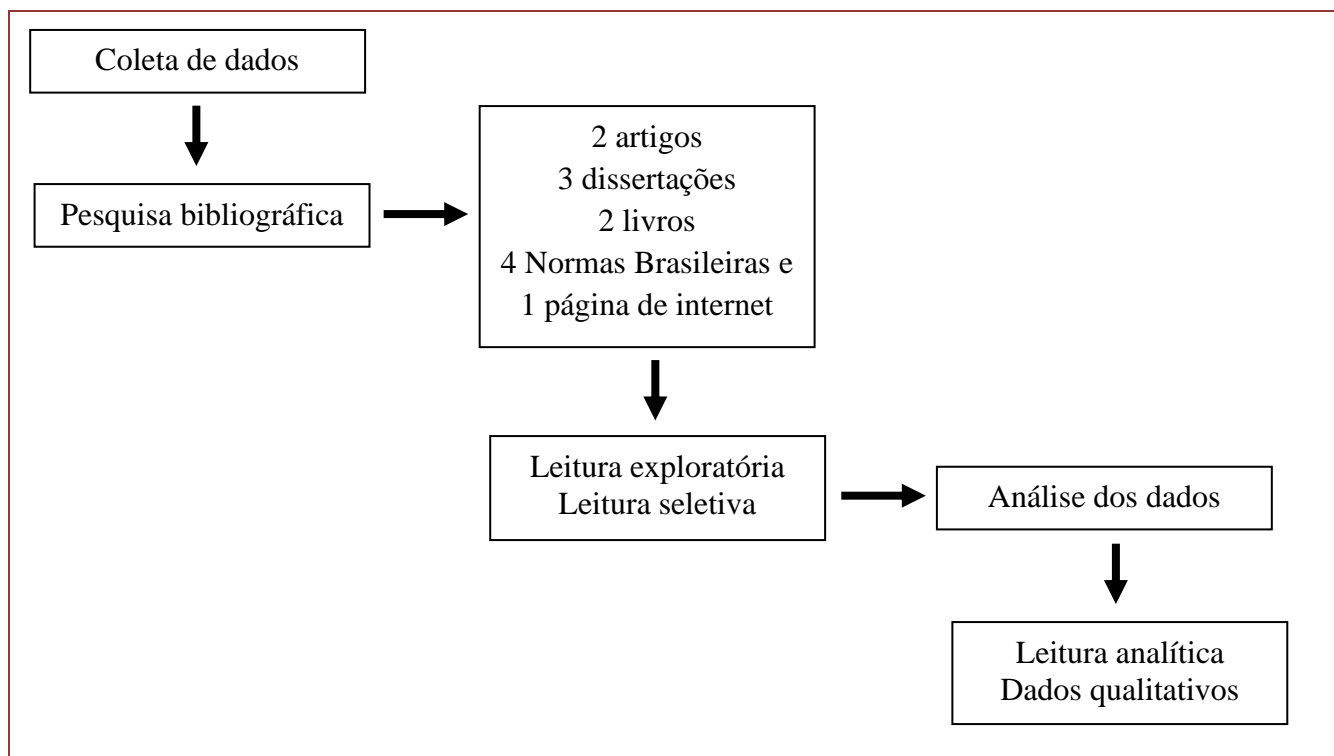
- Leitura exploratória de todos os materiais selecionados;
- Leitura seletiva que seria uma leitura mais aprofundada das partes que mais interessavam para a construção do artigo;
- Registro das informações obtidas das fontes específicas tais como autores, resultados e discussões.

Para a análise e interpretação dos dados foi realizada uma leitura do tipo analítica com a finalidade de ordenar as informações contidas em todas as fontes de pesquisa de forma que possibilitassem a construção do trabalho.

As discussões e resultados surgiram da análise e interpretação dos dados nas quais foram analisadas e discutidas a partir do referencial teórico relativo ao tema do artigo.

A seguir, será apresentado um fluxograma sobre o esquema de construção da metodologia:

Figura 1 - Fluxograma de desenvolvimento da metodologia



Fonte: Elaborado pelos autores do artigo, 2020.

Este artigo foi dividido em 5 partes nos quais estão descritos a seguir:

- No capítulo 1 é realizada uma introdução sobre as lajes pré-fabricadas apresentando suas definições e suas vantagens.
- No capítulo 2 apresenta o planejamento do trabalho: como ele está dividido e os materiais pesquisados e analisados para a composição deste artigo. Para a elaboração deste trabalho, foram realizados estudos em

livros, artigos, normas e trabalhos científicos todos com temas relacionados ao assunto. Logo em seguida foi feito um detalhamento em 6 etapas sobre o processo construtivo de uma laje com vigotas treliçadas.

- No capítulo 3 abordam-se as lajes pré-fabricadas moldadas no local de trabalho (in loco) com a apresentação do seu funcionamento, características, principais recomendações e citações da NBR 6118 e o seu processo construtivo.
- No capítulo 4 apresentam-se os resultados obtidos por meio da pesquisa relacionada ao tema.
- E por fim, no capítulo 5 foi realizado as considerações finais do artigo.

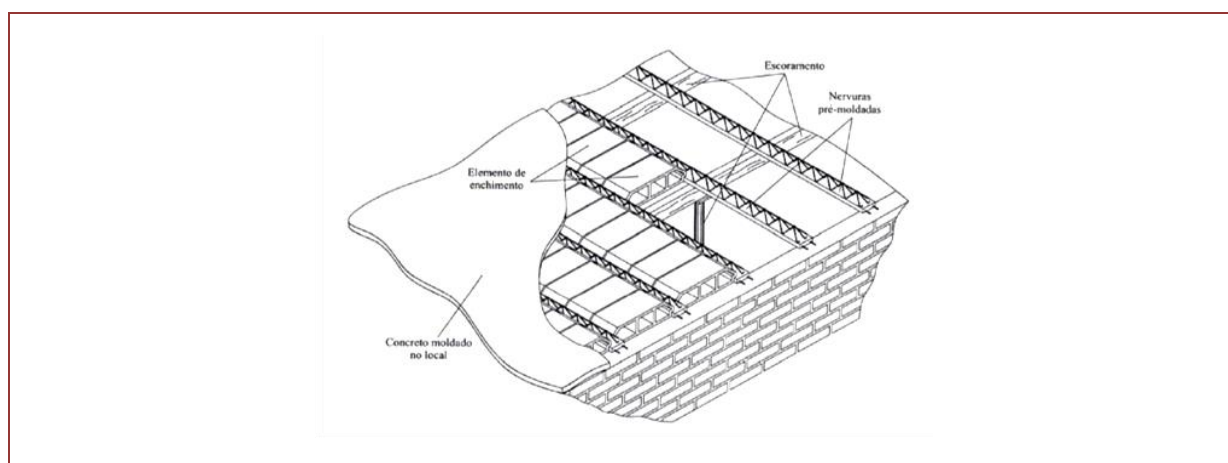
### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. LAJES PRÉ-FABRICADAS

De acordo com a NBR 6118 (2004), as lajes pré-fabricadas são painéis ou nervuras pré-fabricadas moldadas em canteiros de obras, cuja área de tração de seu momento positivo está localizada entre as nervuras, podendo ser colocados materiais inertes entre estas nervuras. São formadas basicamente por uma peça pré-fabricada de concreto armado (chamadas de vigotas), elementos de enchimento (blocos de cerâmica ou poliestireno expandido-EPS) e uma camada de concreto moldada in loco, tendo como função garantir a distribuição das forças atuantes sobre os elementos. A distribuição aumenta a resistência à flexão dos componentes e aplana o piso.

Na imagem a seguir é possível observar o sistema de uma laje pré-moldada.

Figura 2 - Esquema de uma laje formada por vigotas treliçadas pré-moldadas



Fonte: FERREIRA,2016

A figura indica cada elemento composto na laje pré-moldada, o escoramento, as vigotas pré-moldadas, elementos de enchimento e o concreto moldado no local.

Cunha (2012) afirma que os elementos de enchimento podem ser blocos de concreto, blocos de cerâmica ou blocos de poliestireno expandido. Os componentes pré-fabricados podem ser encontrados na forma de treliças, concreto armado e concreto protendido.

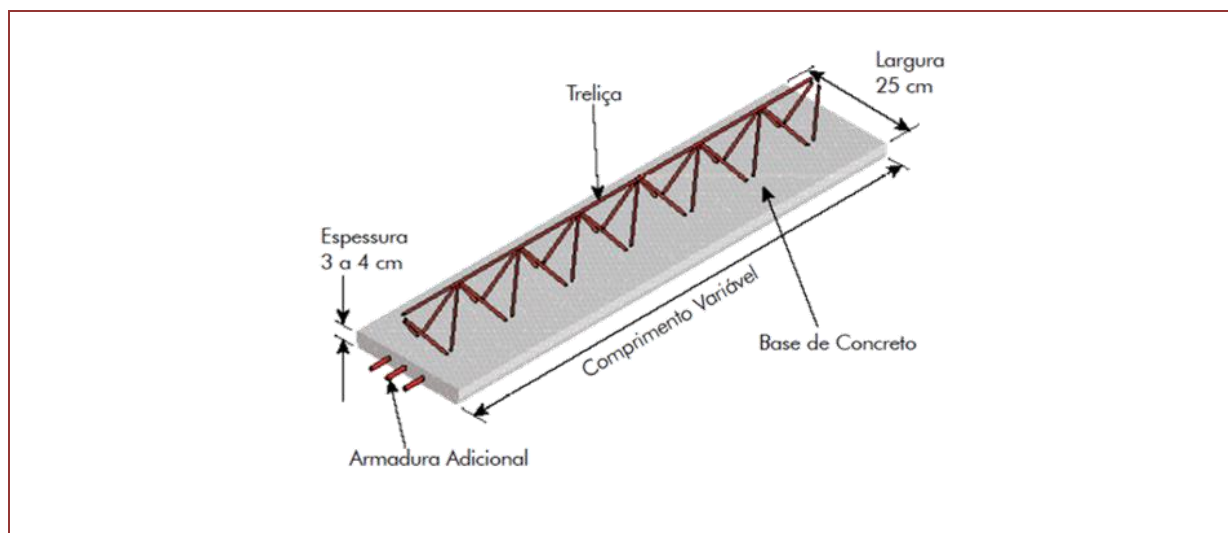
Esse tipo de laje pode ser amplamente utilizado, pois seus elementos de enchimento e as vigotas são pré-fabricadas, o que facilita o processo de montagem e pode ser utilizado como fôrma para a capa de concreto produzida no canteiro de obras. Em comparação com uma laje maciça, este tipo de característica também pode reduzir o número de escoras usadas, economizando materiais e reduzindo os custos finais da obra.

### 3.2. VIGOTAS COM ARMAÇÃO TRELIÇADA

Conforme a NBR 14859-1, as “vigotas” são feitas de concreto estrutural e executadas sob rígidas condições de controle de qualidade fora do local de uso final da estrutura ou mesmo fora do canteiro de obras. Estas vigotas englobam uma parte do concreto que envolve as nervuras longitudinais no todo ou em parte.

Na imagem a seguir é possível observar uma vigota pré-moldada.

Figura 3 - Vigota Treliçada



Fonte: Manual Técnico de Lajes Treliçadas

Na vigota treliçada exemplificada na imagem a cima, é determinado seus componentes e dimensões.

CUNHA (2012) afirma que as vigotas são formadas por uma armação de treliça e pela base de concreto, podendo ser inseridas armaduras adicionais de acordo com a carga e o tamanho da laje. É o produto final que o fabricante entrega ao cliente, bem como blocos de enchimento e projeto de montagem. Seu tamanho não deve apenas ser capaz de suportar as tensões após a concretagem, mas também deve ter a rigidez para suportar o transporte e a montagem.

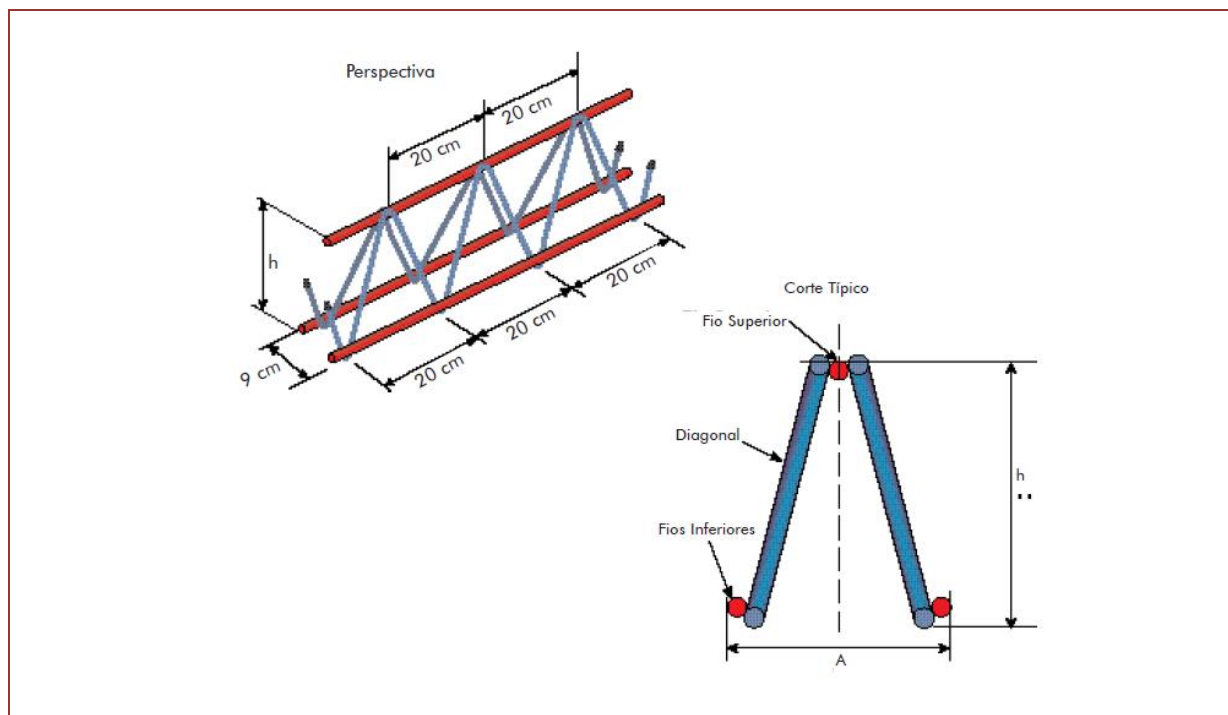
### 3.3. ARMAÇÃO TRELIÇADA

A NBR 14862 (2002), diz que as armaduras treliçadas são armaduras de aço pronta, pré-fabricada, em forma de estrutura espacial prismática, constituída por fios de aço paralelos na base (banzo inferior), os quais resistem às forças de tração oriundas do momento fletor positivo e um fio de aço no topo (banzo superior), que colabora como

armadura de compressão durante a montagem e concretagem da laje treliçada, e pode colaborar na resistência ao momento fletor negativo interligados por eletrofusão (caldeamento) aos dois fios de aço diagonais (sinusóides), com espaçamento regular (passo).

Na imagem a seguir é possível observar a armação da treliça, com suas dimensões e características.

Figura 4 - Perspectiva de uma armação treliçada



Fonte: Manual Técnico de Lajes Treliçadas

### 3.4. ARMADURAS COMPLEMENTARES

Armadura complementar é a armadura que é adicionada durante a obra e é alocada e dimensionada de acordo com o projeto de construção da laje.

Segundo a NBR 14860-1 (2002) elas podem ser:

- Transversais: são armaduras que irão compor as armaduras inferiores das nervuras transversais de travamento (caso haja necessidade);
- Longitudinais: utilizada quando da impossibilidade de fazer a integração de toda a armadura passiva na pré-laje;
- De distribuição: são armaduras que são posicionadas na capa de concreto nas duas direções transversal e longitudinal, com seção de no mínimo  $0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  para aços CA 50, CA 60, contendo 3 barras por metro e tela soldada.
- Superior de tração: são armaduras dispostas sobre os apoios nas extremidades das pré-lajes, no mesmo alinhamento das nervuras longitudinais (NL) e posicionadas na capa. Proporcionam a continuidade



das nervuras longitudinais e destas com o restante da estrutura.

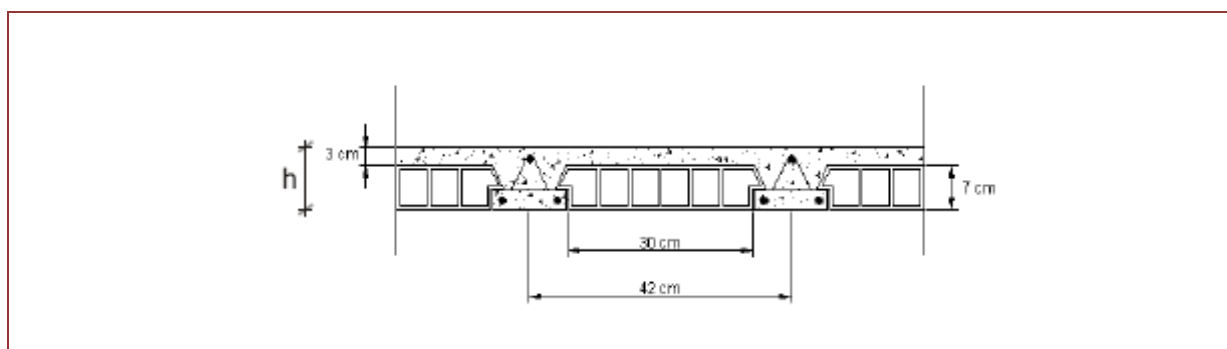
Outras; são utilizadas para atender às necessidades particulares de cada projeto, especificadas caso a caso.

### 3.5. CAPA

De acordo com a NBR 14860, a capa é uma placa superior cuja espessura é medida a partir da superfície superior do elemento de enchimento, que é formado por concreto complementar.

Na figura a seguir é possível observar o conjunto de elementos que formam a laje pré-moldada.

Figura 5 - Perspectiva de laje pré-moldada treliçada



Fonte: Manual Técnico de Lajes Treliçadas

A figura indica onde começa a medida da capa de concreto, na ocasião a capa de concreto tem a espessura de 3cm

### 3.6. CONCRETO COMPLEMENTAR

A NBR 14859-1 diz que concreto complementar é o concreto adicionado à obra, e sua resistência, trabalhabilidade e espessura são especificadas de acordo com as especificações no projeto e implantação da laje e devem servir para:

- Complemento das pré-lajes para a formação de nervuras transversais;
- Formação da capa.

Este concreto formará as nervuras de alguma forma para garantir a resistência à compressão contra a laje em uso e distribuir a carga nas nervuras.

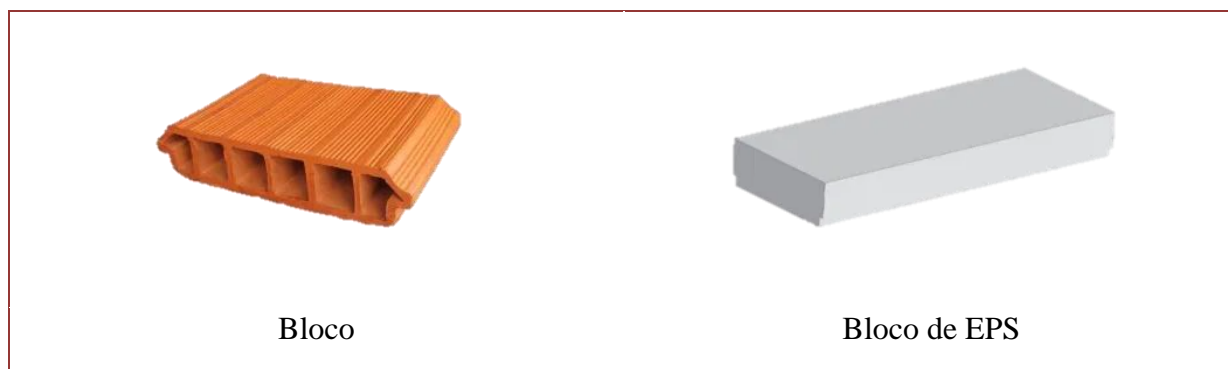
### 3.7. ELEMENTOS PARA ENCHIMENTO

Tais elementos podem ser constituídos por materiais maciços ou vazados, inertes, de concreto, cerâmicos, dentre outros. Estes elementos precisam atender todos os requisitos da norma em relação as propriedades, utilização e desempenho. Tem a função de substitui parte do concreto da região tracionada e estão dispostos entre as vigotas servindo como fôrma para o concreto fresco e com isso ajudando na diminuição do peso próprio da laje e o volume do concreto (SILVA 2010).

Estes blocos de enchimentos são conhecidos como blocos de poliestireno expandido (EPS) e blocos cerâmicos. O EPS tem o peso mais leve porém o bloco cerâmico tem um custo bem menor. Tem um grau alto de isolamento acústico e térmico (ver Figura 5).

Cunha (2012) diz que os elementos de enchimento podem ser de blocos de concreto, blocos cerâmicos ou blocos de poliestireno expandido. Já os elementos pré-fabricados podem ser encontrados em concreto armado, concreto protendido e em forma de treliça.

Figura 6 - Tipos de blocos de enchimento



Fonte: Manual Técnico de Lajes Treliçadas

Estes blocos de enchimentos possuem alturas padronizadas conforme o Manual Técnico de Lajes Treliçadas que serão aplicadas na altura total da laje pré-fabricada.

Tabela 1 - Alturas padronizadas dos blocos de enchimento

Altura do Elemento de Enchimento (h)*	7,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	29,0
Altura Total da Laje (h)	10,0	11,0	14,0	16,0	20,0	24,0	29,0	34,0
	11,0	12,0	15,0	17,0	21,0	25,0	30,0	35,0
	12,0	13,0						

Fonte: Manual Técnico de Lajes Treliçadas

### 3.8. SISTEMAS DE ESCORAMENTOS - CONCEITOS GERAIS E TÉCNICOS

Os escoramentos são: estruturas provisórias com capacidade de resistir e transmitir às bases de apoio da estrutura do escoramento todas as ações provenientes das cargas permanentes e variáveis resultantes do lançamento do concreto fresco sobre as fôrmas horizontais e verticais, até que o concreto se torne autoportante. (NBR 15696,2009)

O sistema de escoramento é montado por guias-mestre e pontaletes, podendo ser metálicos ou de madeira, com cerca de 30 cm de cutelo, com base em 3 pernas ou mais na divisão do vão. Sob as pernas são colocados reforços para que não penetrem no chão (cunhas de madeira) mais antes o chão deve ser preparado, em nível e compactado. Afim

de se evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na base de apoio do escoramento provocadas pelas cargas por este transmitidas.

Os escoramentos devem ter rigidez para assegurar o formato e as dimensões das peças da estrutura projetada, respeitando minimamente as tolerâncias indicadas pela norma NBR 14931.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Após apresentar as características e componentes de uma laje pré-moldada treliçada. É notável identificar as principais vantagens de utilizar lajes pré-fabricadas com vigotas treliçadas após os estudos e as análises deste processo construtivo. Dentre elas estão:

- Redução no uso de escoras e formas;
- Redução do peso próprio da laje;
- Redução de mão de obra;
- Fácil execução;
- Possui a capacidade de ser executada sem vigas, necessitando apenas de elementos que evitem a punção de pilares;
- Facilidade nas instalações elétrica e hidráulicas;
- Possui melhor isolamento térmico e acústico;
- Possui a capacidade de vencer grandes vãos com quantidade mínima de altura.

Este tipo de laje é considerado um método construtivo totalmente vantajoso e revolucionário, pois apresentará características propícias ao conjunto da obra.

##### **4.1. PROCESSO CONSTRUTIVO DAS LAJES COM VIGOTAS TRELIÇADAS**

O processo executivo das lajes nervuradas treliçadas segue as normas da NBR 14931 de execução do concreto igualmente ao de laje maciça simples e, além disso, também as normas da NBR 9062 de execução de pré-moldados. Este processo se divide em 6 etapas.

##### **ETAPA 01**

Nesta primeira etapa, as vigotas treliçadas devem ser distribuídas na estrutura. Em alguns casos, pode ser necessário usar equipamentos específicos para içar peças. Nesta fase, as escoras também devem ser instaladas. O ideal é que o contrapiso esteja pronto, mas se ainda houver terra no chão, deve-se considerar o uso de tábuas para nivelar e distribuir melhor a carga seja na parte superior ou inferior onde estarão os trilhos.

##### **ETAPA 02**

Após a alocação das vigotas treliçadas, deverá ser iniciado o enchimento com o material escolhido entre as placas. Nessa segunda etapa pode acontecer acidentes na obra e para isso deve-se ter cuidado e uma atenção redobrada. É imprescindível utilizar todas as recomendações das normas vigentes relacionadas a segurança do trabalho no canteiro de obras.

### **ETAPA 03**

Na terceira etapa poderão ser adicionadas as armaduras complementares, caso necessário, nesta fase também são posicionadas as instalações elétricas e hidráulicas e para isso será preciso ter os projetos complementares em mãos.

### **ETAPA 04**

Esta é a etapa da concretagem. Deverá ser realizada uma checagem e vistoria para observar se o profissional responsável seguiu todas as etapas realizadas anteriormente. Durante a vistoria deve-se observar o calçamento adequado e ao travamento dos pontaletes das escoras. Em seguida é iniciado o lançamento do concreto para que cubra toda estrutura treliçada e adensamento do mesmo.

### **ETAPA 05**

Esta etapa é a mais importante e delicada, pois qualquer erro executado durante as atividades anteriores mesmo que seja mínimo poderá ocasionar problemas muito sérios podendo prejudicar o processo de concretagem.

Antes de toda e qualquer concretagem, deve ser feito uma limpeza despejando água para a remoção de quaisquer resíduos ou partículas existentes na laje a ser concretada.

Durante a concretagem, o concreto deve ser espalhado para preencher os espaços vazios principalmente entre as vigas e os EPS (blocos de enchimento) com a utilização de um vibrador para um melhor adensamento do concreto.

### **ETAPA 06**

Após a concretagem, dá-se início a cura do concreto visando a hidratação do concreto para diminuir todos os efeitos de evaporação prematura da água para evitar o surgimento de trincas ou fissuras. Geralmente, o tratamento de cura dura em torno de 7 dias. Feito isso, é preciso esperar para que a laje atinja o seu período total de cura que pode ocorrer entre 18 a 28 dias a partir do dia da concretagem.

Este artigo teve como objetivo principal analisar os processos construtivos de lajes pré-fabricadas com vigotas treliçadas com o intuito de identificar os problemas que podem ocorrer durante a execução.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A laje pré-fabricada com vigotas treliçadas foi objeto de estudo como pesquisa para a elaboração deste artigo. Estas lajes são formadas por vigotas treliçadas, por armadura de distribuição negativa, por blocos de preenchimentos e por uma capa de

concreto. Pode ser considerada como um método vantajoso por apresentar características que poderão beneficiar a obra em todos os aspectos.

Podemos dizer que as lajes com vigotas treliçadas são uma opção de lajes que oferecem um leque de benefícios para uma obra disponibilizando vários recursos que outros métodos não oferecem.

Enfim, não tivemos a intenção de nos aprofundar neste artigo envolvendo a análise estrutural das lajes pré-fabricadas e nem a necessidade de realizarmos estudos de comparação deste método construtivo com outros existentes no mercado. Porém, a ideia foi de fazer uma apresentação sobre este tipo de método construtivo, suas características, vantagens e processos de execução in loco obedecendo às recomendações da ABNT NBR 6118 (2003) para as lajes em geral.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.
- [2] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado - Apresentação. Rio de Janeiro, 1985.
- [3] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14859: 1: Laje pré-fabricada – requisitos – Parte 1; Lajes unidirecionais - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- [4] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14862: 1: Armaduras treliçadas eletrossoldadas – requisitos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- [5] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento - Apresentação. Rio de Janeiro, 2004.
- [6] ARAUJO, José M. Curso de concreto armado. Editora Dunas. Rio Grande, 2003.
- [7] BARROSO, M. C. Notas de aula – Curso técnico em Edificações. Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Norte, 2011.
- [8] BORGES, J. U. Critérios de projeto de lajes nervuradas com vigotas pré-fabricadas. Dissertação do mestrado, USP, São Paulo, 1997.
- [9] BRUMATTI, Dioni O. Uso de pré-moldados - Estudo e viabilidade. Monografia. Vitória: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- [10] CAIO, Felipe. Análise comparativa entre sistemas estruturais de lajes maciças e nervuradas treliçadas. Trabalho de Conclusão de Curso. Lajeado: Centro Universitário UNIVATES, 2014.
- [11] CAIXETA, D. P. Contribuição ao Estudo de Lajes Pré-fabricadas com Vigas Treliçadas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas - SP, 1998.
- [12] 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.
- [13] CUNHA, M. O. Recomendações para projetos formados por vigotas com armação Treliçada. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de

Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

[14] FERREIRA, Tobias Ribeiro. Otimização estrutural de lajes formada por vigotas treliçadas com e sem protensão. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

[15] Manual Técnico de Lajes Treliçadas. Disponível em: <<http://longos.arcelormittal.com.br/pdf/produtos/construcao-civil/outros/manual-tecnico-trelicas.pdf>>. Acesso em: 29 de nov. 2020.

[16] SCHNEIDER, Nelso. Laje Treliçada: O que é? Projeto e Execução, 2020. Disponível em: <<https://nelsoschneider.com.br/laje-trelicada/>>. Acesso em: 29 de nov. 2020.

[17] SILVA, H. V. da; SILVA, S. T. da. Soluções alternativas para blocos de enchimento em lajes nervuradas. 2010. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia, Belém, 2010.



# Capítulo 6

## *A falta de acessibilidade na Escola Municipal Padre Mário Fontenelle na cidade de Manaus: Um estudo de caso*

*Victor Abrahim Martins*

*Viviane Avelino Albuquerque*

*Rosinei Aparecida Bastos*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** As escolas precisam ter rampas entre outros meios para que as pessoas com deficiências possam ter a acessibilidade, neste caso, será que a fiscalização realizada pelos engenheiros civis está sendo eficaz no que se refere a acessibilidades para as pessoas com deficiências nas escolas municipais de Manaus? Desta forma, este estudo vem analisar a falta de fiscalização dos órgãos competentes quanto a acessibilidade para a PcD na escola municipal Padre Mario Fontenelle na cidade de Manaus. Assim, constatou-se que o profissional de engenharia civil que realiza a fiscalização, no tange a acessibilidade, relatou o que o alto número de exigências é o principal motivo que impede de muitas escolas terem condições de instalar acessos adequados para as pessoas com deficiência, e isso não é diferente no que tange a escola pesquisada, contudo as básicas iniciativas para a acessibilidade faz com que a escola possa dá o mínimo de condição para as PCDs. Neste sentido, a escola possui condições de acessibilidade segundo as falas do engenheiro durante a pesquisa, mas que precisa está sempre em dias com a fiscalização, pois a falta desta pode prejudicar diretamente a acessibilidade da PcD.

**Palavras-chave:** Acessibilidade, Direitos, Engenharia Civil, PcD.

## **1. INTRODUÇÃO**

A falta de acessibilidade representa uma das maiores dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiências. Desta forma, as escolas precisam ter rampas entre outros meios para que as pessoas com deficiências possam ter a acessibilidade, será que a fiscalização realizada pelos engenheiros civis está sendo eficaz no que se refere a acessibilidades para as pessoas com deficiências nas escolas municipais de Manaus?

O Censo realizado pelo IBGE 2010 no Brasil, equiparou que 23,9% da população, cerca de 45 milhões de pessoas, sinalizaram apresentar alguma dificuldade funcional. Deste modo, considerou-se os tipos e graus de deficiência de acordo com o desempenho nas atividades e domínios pesquisados: alguma dificuldade, grande dificuldade ou não ser capaz de caminhar e subir escadas, enxergar, ouvir ou apresentar deficiência mental/intelectual (IBGE, 2012).

A escolha desta temática se deu a partir da minha convivência com os profissionais da engenharia civil, pois estes realizam fiscalização nas escolas para observar se estas possuem acessibilidade para as pessoas com deficiências, uma vez que é direito já garantido e que precisa ser efetivado.

A justificativa deste estudo está em proporcionar as pessoas com deficiências mais conhecimento de seus direitos no ambiente escolar, bem estar, para o profissional da engenharia civil, está em realizar com eficiência o seu trabalho de fiscalização e fazer com que todas as escolas possam ter acessibilidade, neste sentido, a sociedade é a grande beneficiada, uma vez que as escolas possuem acesso, incluindo pessoas com deficiências e mobilidade reduzida.

A pessoa com mobilidade reduzida, é aquela que, não se enquadrando no conceito de pessoa portadora de deficiência, tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentar-se, permanente ou temporariamente, gerando redução efetiva da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção (BRASIL, 2004, Art. II).

Desta forma o objetivo principal deste estudo é analisar a falta de fiscalização dos órgãos competentes quanto a acessibilidade para a PcD na escola municipal Padre Mario Fontenelle na cidade de Manaus. E tem como objetivos específicos: Identificar escolas que possuam a acessibilidade; verificar a aplicabilidade das Leis e fiscalização dos órgãos competentes no que tange a acessibilidade para as PCDs; Mostrar a importância da acessibilidade nas escolas e a fiscalização dos órgãos competentes.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. UMA BREVE APRESENTAÇÃO SOBRE AS LEIS E DECRETOS PARA PCD**

As pessoas portadoras de deficiência (PCDs) sofrem cotidianamente com diversos fatores que permeiam a sociedade moderna, na qual ainda não se aperfeiçoou para tornar democrática o direito da informação e da acessibilidade dos PCDs. Para Fujino (2017) “partimos do pressuposto que a Informação, vista como instrumento para Inclusão Social, só tem sentido se puder contribuir para empoderar cidadãos na construção de uma sociedade em que comunicação, educação e cultura”. O autor ainda complementa que a sociedade “tenha como base o respeito à diferença e a igualdade de oportunidades para todos”. Assim, as leis e os decretos criados precisam ser efetivados pelos profissionais, pela família e por toda a sociedade civil.

De acordo com De Loureiro Maior (2017), a primeira Lei abrangente a pessoas com deficiências foi:

A primeira lei federal abrangente sobre as pessoas com deficiência é a Lei 7.853/1989 (regulamentada pelo Decreto 3.298/1999). A lei dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (Corde) e institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público e define crimes (p.6).

A Lei 8.112/1990, determinou a reserva de cargos nos concursos públicos e a Lei 8.213/1991 estabeleceu a reserva de 2 a 5% dos cargos nas empresas com 100 ou mais empregados, para beneficiários reabilitados e pessoas com deficiência capacitadas profissionalmente (BRASIL,1991).

Outras Leis vieram para complementar e continuar garantindo os direitos da PcD, assim, De Loureiro Maior (2017, p.7), diz que “a Lei 8.742/1993 estabeleceu o atendimento da pessoa com deficiência em diversos tipos de serviços da assistência social, tais como residências inclusivas, modelo de moradia com apoios para a autonomia e a vida independente na comunidade”.

Na Lei 9.394/1996, está a garantia do acesso à educação inclusiva, referente às bases da educação nacional, e prevê o atendimento educacional especializado, com recursos pedagógicos específicos para cada aluno com deficiência e seu acesso ao ensino (BRASIL,1996).

A Lei 10.436/2002 é direcionada para a pessoa surda, tornando oficial a Língua Brasileira de Sinais (Libras), e mantendo a língua portuguesa escrita como segunda língua. Assim, é obrigação dos capacitores dos agentes públicos saberem entender as Libras (BRASIL, 2002).

Sobre o direito a acessibilidade existe a Leis 10.048 e 10.098/2000 e no Decreto 5296/2004, estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida e dá outras providências (BRASIL, 2004).

Foi a partir do O Decreto 6.949/2009, os seus comandados determinaram a mudança conceitual da deficiência e da terminologia para pessoas com deficiência (BRASIL, 2009). Desde então, o termo utilizado para conceituar os deficientes até os dias atuais é Pessoa com Deficiência-PcD.

No Brasil, foi publicada no dia 6 de julho de 2015, a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), também chamada de Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146/2015), esta lei veio para garantir os direitos da PcD, em todos os seguimentos, para a sociedade brasileira este estatuto é uma grande conquista para todos aqueles que possui algum tipo de deficiência de modo geral.

A Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012, sofre algumas alterações na Lei 13.409/2016, onde tornou-se obrigatória a reserva de vagas para o ingresso de alunos com deficiência nas escolas técnicas e nas instituições de ensino superior federais e médio.

## 2.2. A IMPORTÂNCIA DO ACESSO PARA O PCD

Na Lei 10.048 e 10.098/2000 e no Decreto 5296/2004, no Art., 6º V, sinaliza a importância da “disponibilidade de área especial para embarque e desembarque de pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida”, para que este possa ter acesso aos lugares como qualquer outra pessoa (BRASIL, 2004).

Na ótica de Fujino (2017), os PCDs possuem seu direito de ir e vir de acordo com a Lei de acessibilidade, em que o autor ressalta:

A Lei de Acessibilidade - Decreto 5.296/2004, por sua vez, regulamenta as Lei nº. 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e no. 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. Embora considerada avançada em muitos pontos, enfrenta diversas barreiras para sua implementação em função das questões orçamentárias das instituições para garantir que a sociedade, de forma geral, se adapte às necessidades de todos os cidadãos, embora normas, como a NBR 9050, já tenham sido desenvolvidas para assegurar acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos em cumprimento às leis. (pp. 10-11).

Conforme Laquale (2017, p. 3), “a acessibilidade também é um instrumento necessário para a eliminação das barreiras sociais, as quais impedem o pleno exercício de direitos por parte das pessoas com deficiência”. Desta forma, é através da acessibilidade que tal grupo de indivíduos se insere na sociedade em suas diversas áreas, como educação, trabalho, lazer etc.

Para Barcellos (2012, p. 177), “o caráter combatente da acessibilidade quanto às barreiras sociais, descrevendo-a como a adoção de um conjunto de medidas capazes de eliminar todas as barreiras sociais não apenas físicas”. As autoras pontuam ainda, “mas também de informação, serviços, transporte, entre outras - de modo a assegurar às pessoas com deficiência o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas”, Desta forma, possibilitando às condições necessárias para a plena e independente fruição de suas potencialidades e do convívio social como um todo.

Assim, a acessibilidade é imprescindível aos PCDs. Para Laquale (2017, p. 3), “a acessibilidade visa garantir a autonomia e a eliminação das barreiras que impedem o exercício pleno de direitos por parte das pessoas com deficiência, além de ser um instrumento capaz de tornar possível a inclusão efetiva de tal grupo de indivíduos” na sociedade, bem como no exercício de seu emprego, lazer e seus estudos nas instituições educacionais.

## 2.3. AS VANTAGENS E DESVANTAGENS PARA O ACESSO DE PCD NAS ESCOLAS

A falta de acessibilidade é uma das grandes dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência, ou com mobilidade reduzida. Até mesmo as pessoas que não possuem deficiências, muitas vezes encontram dificuldades de acesso, como por exemplo, falta de sinalizações, de passarelas e rampas e entre outros, e isto representa um agravo,

principalmente nas escolas, pois a PcD precisa para ter acesso a educação (MATOS, SOUZA, OLIVEIRA, 2019).

Muitas escolas são construídas, sem esta preocupação, neste sentido, os gestores escolares precisam ter esta preocupação para solicitar construções de rampas e entre outras necessidades que possa garantir o direito ao acesso à escola das crianças com deficientes (SOUZA, 2019). Nesse sentido, a construção de diversos acessos na escola, dará ao aluno a grande vantagem de frequentar a escola com a garantia de não ter dificuldades e nem acidentes no percurso da entrada até a sala de aula.

Para De Sousa e De Lemos (2020, p. 6), “faz-se necessária a implementação efetiva de ações inclusivas nas diversas esferas sociais, engajando comunidades, famílias e escolas para potencializar as iniciativas pela educação integral das pessoas com deficiência”. Desta maneira torna-se vantajoso para a PcD, pois os mesmos terão acesso as escolas com mais dignidade e respeito, bem como os seus direitos garantidos no que se refere ao acesso através das ações inclusivas organizada dentro da escola no que tange a sua estrutura como um todo.

De acordo com os dados do PME/Manaus (2015/2025, p. 67), “o município de Manaus possui 82,1% da população de 4 a 17 anos com deficiência que frequenta a escola, logo necessita incluir os 17,9% restantes que não estão recebendo o Atendimento Educacional Especializado – AEE”. Desta forma, precisa ser visto o porquê, deste percentual, pois se a escola não possui acesso para a PcD fica inviável a frequência do aluno na escola, tornando assim uma desvantagem para os mesmos, pois estes precisam ter acesso à educação.

Assim, para Krug et al. (2017, p. 10), “a partir da observação das escolas inclusivas proporcionadas pelas percepções dos professores estudados sobre as vantagens e desvantagens da inclusão de alunos com deficiência nas aulas de Educação Física”, Ainda conforme os autores, concluiu-se que, apesar do respaldo legal, o sistema educacional e a própria escola, até hoje, não se estruturou realmente para o oferecimento de uma educação inclusiva, pois foram apontadas mais desvantagens do que vantagens, no que se refere a acessibilidade para a realização das atividades. Desta forma, a fiscalização por parte dos órgãos competentes precisa ser mais eficaz para garantir o direito as PCDs.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. TIPO DE PESQUISA**

Foi realizada na primeira etapa uma pesquisa bibliográfica que segundo Fonseca (2002, p. 32), “é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”.

É uma pesquisa qualitativa, pois busca recolher dados não quantitativos que possam responder os objetivos desta pesquisa. Também se trata de uma pesquisa bibliográfica, onde se buscou fundamentos teóricos em livros, artigos, revistas. As pesquisas foram feitas em sites acadêmicos e na biblioteca Scielo.



Também será realizado uma pesquisa de campo que segundo Fonseca (2002), caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa.

Trata-se de uma pesquisa descritiva, esta exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987).

O estudo de caso foi realizado em uma escola Municipal de Manaus, onde observou a acessibilidade para as pessoas com deficiência. Para Zanella (2013) o estudo de caso é uma forma de realizar uma pesquisa dentro do contexto da vida real, deste modo, o pesquisador tem acesso a realidade das pessoas, ou grupos de pessoas, eventos, locais e etc.

### 3.2. LOCAL DA PESQUISA

O local que foi realizado toda a pesquisa de campo deste estudo foi na Escola Municipal Padre Mauro Fancello, uma escola para pessoas portadoras de necessidades especiais, Figura 1, localizada no endereço: rua Domingos Monteiro, 56-186 - São Francisco, Manaus - AM, Figura 2.

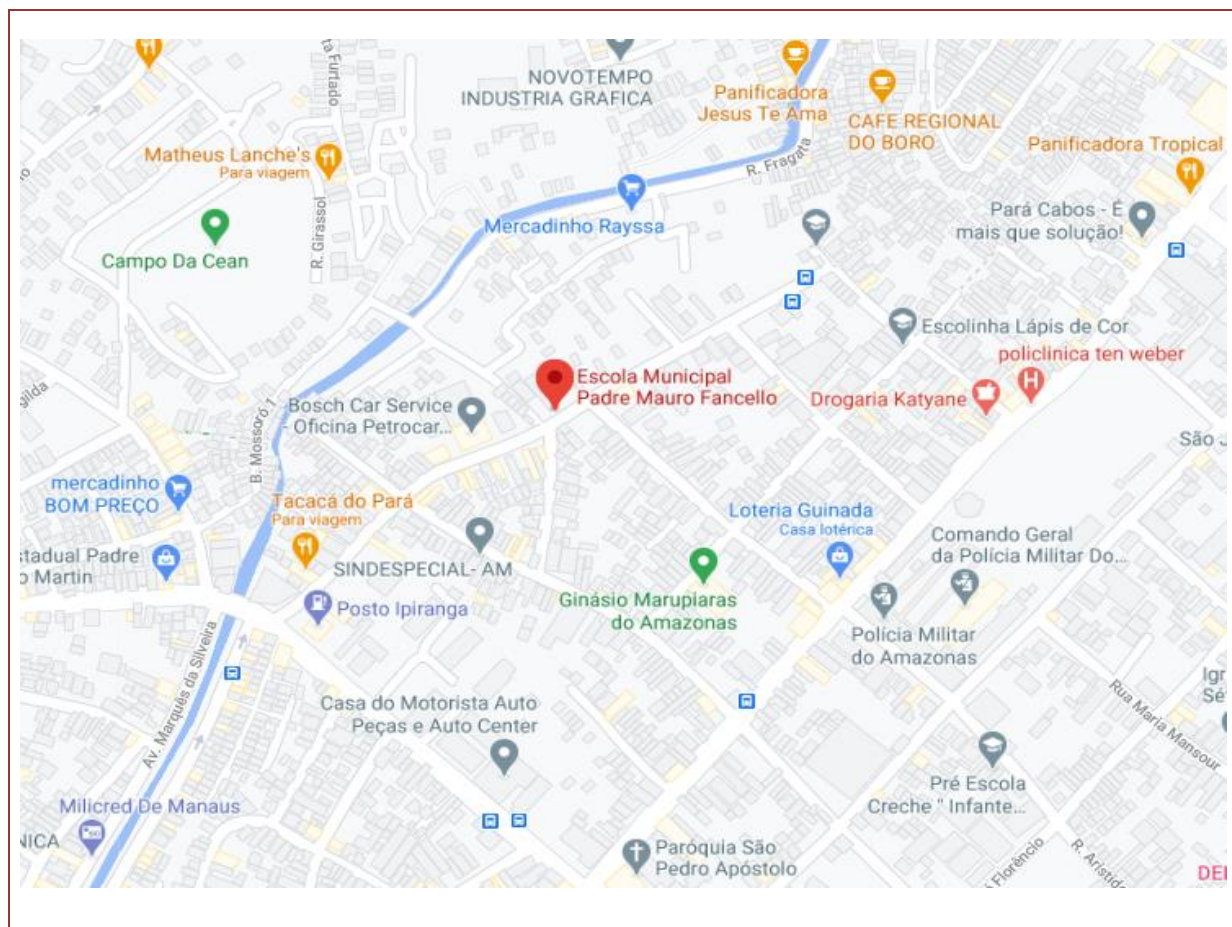
Figura 1: Escola Municipal Padre Mauro Fancello



Fonte: Google (2020).



**Figura 2:** Localização Escola Municipal Padre Mauro Fancelló



Fonte: Google (2020).

### 3.3. COLETA DE DADOS

O Instrumentos de pesquisa são os meios através dos quais se aplicam as técnicas selecionadas. Se uma pesquisa vai fundamentar a coleta de dados nas entrevistas, torna-se necessário pesquisar o assunto, para depois elaborar o roteiro ou formulário (ANDRADE, 2009, p. 133).

Deste modo, foi aplicado um questionário para um engenheiro civil que realiza fiscalização nas escolas, afim de verificar como é realizado esta fiscalização e quais normas são utilizados para que as escolas possam ter acessibilidade. Os resultados obtidos através do questionário foram feitos por meio de falas para melhor compreensão dos leitores.

### 3.3.1. QUESTIONÁRIO APLICADO PARA COLETA DE DADOS

Sexo: ( ) F ( ) M ( ) outros

Idade:

Estado civil: ( ) Solteiro ( ) Casado ( ) Outros

Empresa que trabalha:

Profissão:

1. Qual seu nível de formação acadêmica?

( ) Graduação ( ) Especialização ( ) Mestrado ( ) Doutorado

2. Há quanto tempo você atua fiscalizando as escolas para garantir o direito da PcD?

3. Quais normas são utilizadas para realizar a fiscalização?

4. Como engenheiro civil você conhece os direitos e as Leis que amparam ao PCDs?

5. Quais dificuldades enfrentadas pela a fiscalização, quando uma escola não possui acessibilidade?

6. Quais as atitudes a serem tomadas quando o engenheiro observa na escola a falta de acesso para a pessoa com deficiência?

7. Além da rampa, quais são as outras obras obrigatórias que a escola precisa ter para o acesso da pessoa com deficiência?

8. A escola pesquisada possui condições para o acesso da pessoa com deficiência?

9. Na escola observada, você percebeu alguma irregularidade no que tange ao acesso dos PCDs?

10. Na sua opinião, porque ainda existem escolas que não possuem acessibilidade para as pessoas com deficiência?

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa teve como público-alvo o engenheiro civil especialista da Secretaria Municipal de Educação, de 27 anos, especialista, casado, cuja área de atuação compõe-se pela fiscalização e elaboração de projetos e orçamentos para as escolas municipais da cidade de Manaus.

A **Tabela 1** abaixo apresenta os resultados obtidos após a entrevista realidade com o profissional engenheiro civil, bem como as perguntas realizadas ao mesmo.

**Tabela 1:** Questionário realizado com o engenheiro civil da Secretaria Municipal de Educação

Perguntas	Respostas
Há quanto tempo você atua fiscalizando as escolas para garantir o direito da PcD?	2 anos
Quais normas são utilizadas para realizar a fiscalização.	NBR 9050
Como Engenheiro Civil, você conhece os direitos e as leis que amparam ao PCDs?	Não
Quais dificuldades enfrentadas pela fiscalização, quando uma escola não possui acessibilidade?	Definição da execução com as terceirizadas ou através de licitação, posteriormente na correta execução dos serviços
Quais as atitudes a serem tomadas quando o engenheiro observa na escola a falta de acesso para a pessoa com deficiência?	Acionar superiores para adequação das escolas
Além da rampa, quais são as outras obras obrigatórias que a escola precisa ter para o acesso da pessoa com deficiência?	Banheiros adaptados, elevadores, amplos corredores
A escola pesquisada possui condições para o acesso da pessoa com deficiência?	Sim
Na escola observada, você percebeu alguma irregularidade no que tange ao acesso dos PCDs?	Não
Em sua opinião, porque ainda existem escolas que não possuem acessibilidade para as PCDs?	Grande volume de demandas, voltando todo setor de gestão a atuar com mais enfoque em ações de manutenção

Fonte: autores (2020).

Segundo a **Tabela 1**, o engenheiro já atua na área por dois anos sob o encargo da fiscalização das escolas.

Com o objetivo de garantir o direito da PcD via elaboração de projetos e orçamentos, o engenheiro sinalizou realiza suas funções fundamentado na Norma Técnica Brasileira (NBR) nº 9050 (Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos) como norma utilizada para efetuar a fiscalização, mesmo assim o engenheiro afirmou não ter conhecimento de quaisquer direitos ou leis que se refere aos direitos e leis que amparam ao PCDs. Essa afirmação é preocupante, pois se percebe que mesmo o engenheiro realizando suas atividades de acordo com a NBR nº 9050, não saber os direitos aos PCDs podem caracterizar características muito técnicas em seus

projetos, inviabilizado a flexibilidade que poderia existir se ele possuísse um ponto de vista de um PcD.

As fiscalizações sofrem os entraves que está ligado à execução correta dos serviços, quando este está relacionado a empresas terceirizadas ou através de licitação. Deste modo, os serviços providos pelas terceirizadas ou por licitação precisam estar em completa sintonia com as exigências impostas pela fiscalização.

Mediante as informações vistas na **Tabela 1**, percebe-se que além da rampa de acesso para os PCDs é obrigatório que os banheiros e elevadores sejam adaptados e que existam amplos corredores. Se por acaso o engenheiro identificar alguma irregularidade nesses locais ou a falta de adequação dos mesmos, deve imediatamente entrar em contato com a diretoria da escola para a correção do problema o mais rápido possível, com “o objetivo de promover a inclusão destas pessoas” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).

Sobre a escola que foi escolhida para a pesquisa de campo deste estudo, foi realizada uma avaliação dos locais e acessos para os PCDs e visto e comprovado pelo engenheiro responsável que não há irregularidades atualmente, com todas as condições de acesso aos PCDs.

Em suma, observa-se que por mais que exista um engenheiro responsável por toda a inclusão de acessos e lugares apropriados para PCDs, ainda existem problemas com licitações e empresas terceirizadas que podem realizar serviços inadequados nas escolas em construção ou reforma, bem como o engenheiro afirma: “o que impede muitas escolas de terem as condições de acesso adequadas para as pessoas com deficiência é o alto número de exigências, que causaria a mobilização de toda a equipe composta pela gestão, trabalhar em prol das ações de manutenção” (ENGENHEIRO CIVIL, 2020).

Ainda assim, promover uma boa fiscalização conforme a NBR nº 9050 garante que escolas, assim como a Escola Municipal Padre Mauro Fancello, estejam prontas para garantir acesso e segurança para PCDs que nela estudam, uma maneira de demonstrar respeito, carinho e garantir o direito democrático da educação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as Leis 10.048 e 10.098/2000 e no Decreto 5296/2004, estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida e dá outras providencias, porém na pratica a sua efetivação ainda enfrenta diversas entraves para se tornar eficaz diante as normas gerais junto as PCDs.

Segundo os teóricos percebeu-se que a importância das acessibilidades está no caráter combatente quanto às barreiras sociais, descrevendo-a como a adoção de um conjunto de medidas capazes de eliminar todas as barreiras sociais não apenas físicas.

Sobre as vantagens e desvantagens do PcD nas escolas observou-se que, torna-se vantajoso para a PcD, pois os mesmos terão acesso as escolas com mais dignidade e respeito, bem como os seus direitos garantidos no que se refere ao acesso através das ações inclusivas organizada dentro da escola no que tange a sua estrutura como um todo. Contudo, se a escola não proporcionar condições de acessibilidade, fica praticamente impossível para o PcD ter acesso à educação, isto apresenta-se como uma desvantagem.

No que se refere ao estudo de caso na escola municipal Padre Mario Fontenelle na cidade de Manaus, constatou-se que o profissional da engenharia civil que realiza fiscalização no tange a acessibilidade, relatou o que impede de muitas escolas de terem as condições de acesso adequadas para as pessoas com deficiência é o alto número de exigências, e isso não é diferente no que tange a escola pesquisada, contudo as básicas iniciativas para a acessibilidade faz com que a escola possa dá o mínimo de condição para as PCDs. Neste sentido, a escola possui condições de acessibilidade segundo as falas do engenheiro durante a pesquisa, mas que precisa está sempre em dias com a fiscalização, pois a falta desta pode prejudicar diretamente a acessibilidade da PcD.

Percebe-se que há muitos desafios a serem enfrentados na prática no que tange a acessibilidade, contudo cabe o profissional de engenharia civil e a equipe responsável pela construção das escolas, bem como gestores realizarem seu papel e colocarem a Lei de acessibilidade em pratica, pois a educação é um direito de todos e precisa ser efetivado para garantir os direitos da PcD. Desta forma, o estudo é apenas um esboço que poderá contribuir com futuras pesquisas voltadas para esta temática.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, Maria Margarida de. Introdução à metodologia do trabalho científico. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2009
- [2] BARCELLOS, Ana Paula de.; CAMPANTE, Renata Ramos. A acessibilidade como instrumento de promoção de direitos fundamentais. In: FERRAZ, Carolina Valença; LEITE, George Salomão; LEITE, Glauber Salomão; LEITE, Glaco Salomão (Coord.). Manual dos direitos da pessoa com deficiência. São Paulo: Ed. Saraiva, 2012.
- [3] BRASIL. Lei 9.394/1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 1 de nov.2020.
- [4] \_\_\_\_\_. Decreto Nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Disponível em: [http://planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6949.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6949.htm). Acesso em 30 de out. 2020.
- [5] \_\_\_\_\_. Lei 13.409/2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13409.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13409.htm) Acesso em 1 de nov.2020.
- [6] \_\_\_\_\_. Lei 13.146 de 6 de julho, de 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 30 de out. 2020.
- [7] \_\_\_\_\_. Leis 10.048 e 10.098/2000 e no Decreto 5296/2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20042006/2004/decreto/d5296.htm#:text=Regulamenta%20as%20Leis%20nos,mobilidade%20reduzida%2C%20e%20d%C3%A1%20outras](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20042006/2004/decreto/d5296.htm#:text=Regulamenta%20as%20Leis%20nos,mobilidade%20reduzida%2C%20e%20d%C3%A1%20outras)> Acesso em 1 de nov.2020.
- [8] \_\_\_\_\_. Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. In: Diário Oficial da União, Brasília, 2002.
- [9] \_\_\_\_\_. Lei 8.213/1991. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm). Acesso em 1 de nov. 2020.
- [10] DE LOUREIRO MAIOR, Izabel Maria Madeira. Movimento político das pessoas com deficiência: reflexões sobre a conquista de direitos. Inclusão Social, v. 10, n. 2, 2017.

- [11] DE SOUZA MATOS, Almerinda; DE LEMOS, Cátia. Políticas públicas de inclusão: a democracia como um desafio para as escolas públicas no cenário amazônico. TEXTURA-Revista de Educação e Letras, v. 22, n. 51, 2020.
- [12] FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- [13] FUJINO, Asa. Acessibilidade informacional de pcd no contexto da lei de acesso à informação: desafios para estudo de usuários. 2017.
- [14] IBGE. Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- [15] KRUG, Hugo Norberto et al. A inclusão de alunos com deficiência nas aulas de Educação Física: vantagens e desvantagens. Formação@ Docente, v. 10, n. 1, p. 58-69, 2017.
- [16] LAQUALE, A. A pessoa com deficiência e o direito à acessibilidade. 2017.
- [17] MATOS, M A S; SOUZA, D B; OLIVEIRA, J P. Acessibilidade e educação infantil: o processo de inclusão do público-alvo da educação especial em MANAUS/AM. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 14, n. esp. 1, p. 760-744, abr., 2019
- [18] MANAUS/SEMED. Plano Municipal de Educação – Documento Base. 2015/2025 - Portaria Nº 0713/2014 SEMED/GS; DOM 3465 – 05/07/2014.
- [19] SOUZA, T S D. Acessibilidade: um estudo de caso em escolas públicas do ensino médio da cidade de Cruz das Almas-Bahia. 2019. Disponível em: <http://famamportal.com.br:8082/jspui/bitstream/123456789/1679/1/Tainara%20final%20ok.pdf>. Acesso em 21 de out. de 2020.
- [20] TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
- [21] ZANELLA, L C H. Metodologia de pesquisa. – 2. ed. reimp. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013.



# Capítulo 7

## *Aprovação de loteamento: Um estudo dos processos básicos para aprovação de loteamento residenciais no município de Iranduba - Amazonas*

*Benjamim da Costa Filho*

*Gilson Willian da Cunha Filho*

*Fabício Amorim*

**Resumo:** No Brasil, onde a desigualdade social impera, é elevadíssima a ocupação desordenada para construção de moradias por meios de loteamentos irregulares. No Amazonas, a situação não é diferente, haja vista, que o estado nas últimas décadas teve um acelerado processo de crescimento urbano, principalmente, no município de Iranduba, com a inauguração da Ponte sobre o Rio Negro, na qual favoreceu o rápido acesso ao município, o que em consequência elevou a existência de ocupações e loteamentos irregulares e clandestinos, sejam estes para fins de moradias ou para fins comerciais. Diante disto, abordar assuntos que tratem da importância da aprovação antecipada de loteamentos, é essencial, uma vez que essas ocupações influenciam em outros ambientes da vida humana, principalmente no ambiental que é a área mais afetada. A legislação que regula o parcelamento do solo urbano é a Lei Nacional nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 e alterações pela Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999. A pesquisa justifica-se tendo em vista a necessidade de conhecimento por parte dos empreendedores da área imobiliária e da própria população quanto a importância dos processos básicos e legais para a construção desse tipo de negócio. Como questão problemática pretende-se resolver a seguinte questão: quais são os processos básicos de aprovação de loteamento residenciais? Como objetivo geral a pesquisa propõe relacionar os processos básicos que tratam de aprovação de loteamento para empreendimentos residenciais. Como objetivos específicos a pesquisa propõe dissertar bibliograficamente sobre os loteamentos; relacionar as legislações vigentes sobre loteamentos no Brasil e no Município de Iranduba; demonstrar a importância da infraestrutura básica para empreendimentos de loteamentos residenciais no município de Iranduba; e demonstrar os impactos dos loteamentos no aspecto ambiental para o Município de Iranduba. A pesquisa quanto a natureza, será qualitativa. Quanto aos objetivos ou fins, a pesquisa é descritiva e exploratória. Quanto aos meios utilizados para a coleta de dados, optou-se por ser bibliográfica. Através de consulta a bibliografia, normas e legislações foi possível embasar o estudo de implantação e assim concluir que executar um projeto requer planejamento, desenvolvimento e cumprimento das etapas, além do atendimento as diversas solicitações dos órgãos envolvidos. Enfim, para que o loteamento apresente viabilidade na sua implantação e retorno financeiro para o investidor, é necessário o comprometimento de uma equipe de profissionais preparados e qualificados, que compreendam os aspectos legais e burocráticos que são solicitados.

**Palavras-chave:** Loteamento. Legislações; Processos básicos; aprovação.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da saída da população da área rural para a área urbana, em busca de empregos e melhoria de vida, ocorreu um aumento desordenado da população. Como as cidades não estavam preparadas e nem projetadas para este crescimento demográfico significativo, a população, que em grande maioria possuía baixa condição financeira, avançou para áreas inadequadas à habitação, formando assim favelas e ocupando áreas de risco. (ALBINO, 2018, P.31).

Para Filho (2018, p.1), “Considera-se loteamento, a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes”.

Para Werner (2020, p.10), não é de hoje que o mercado de loteamentos é um agente protagonista no cenário da indústria imobiliária brasileira, sendo o segmento com maior presença em todos os cantos do país: dos eixos de expansão urbana aos bairros já valorizados.

No entanto, deve ser observado que para a implantação de um loteamento ou desmembramento para fins urbanos, deverá ser observado o que é determinado pela Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 e alterações dadas pela Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999, alinhadas as legislações do Município em que se está loteando. (CIANTELLI, 2015, P.1).

Como qualquer loteamento gera impactos ambientais e sociais, o seu projeto deve levar em conta aspectos físicos decorrentes da modelagem terrestre e do substrato físico de origem – campo vastamente percorrido pelos estudos geocientíficos; aspectos sociais referentes ao uso das áreas do loteamento e de seu entorno; e a adequação das áreas institucionais aos fins a que se destinam. (NETTO, 2014, P.2).

Para Coelho (2016, p.1), é importante salientar que antes de dar início a uma obra, principalmente de loteamento, é necessário que os responsáveis por esta obra tenham todas as licenças necessárias para sua execução.

Para Albino et al (2018, p.33), os benefícios de um loteamento regulamentado são a melhor qualidade de vida dos habitantes, diminuição de problemas urbanos, além de colaborar com a minimização do aparecimento de favelas, loteamentos clandestinos e irregulares, contribuindo assim com o crescimento e desenvolvimento do município.

Assim, a justificativa da escolha do tema tem sua base na necessidade e importância de proporcionar subsídios para os profissionais da área de engenharia por meio de orientações sobre os processos básicos de aprovação de loteamento, haja vista, que no Brasil, as burocracias existentes nos órgãos públicos, muitas vezes levam a sociedade a burlarem as leis e agirem de maneira irregular, bem como, facilitar o entendimento da tramitação que o processo de aprovação de loteamento requer. Justifica-se, ainda, no sentido de que por meio das informações aqui descritas, os profissionais também poderão agilizar e melhorar o desenvolvimento de futuros projetos de loteamentos, ressaltando a importância de estar em coerência com o plano diretor do município em que se pretende realizar o loteamento, isto tudo, é claro alinhado as leis federais, estaduais e municipais vigentes que tratam especificamente deste assunto, uma vez que este projeto influencia em mudanças na terraplanagem, na rede de drenagem pluvial, no abastecimento de água, esgoto, rede elétrica e rede viária de um determinado local, entre outras situações que exigem aprovação dos órgãos competentes.

Como objetivo geral a pesquisa propõe relacionar os processos básicos que tratam de aprovação de loteamento para empreendimentos residenciais no Município de Iranduba no estado do Amazonas.

Como objetivos específicos a pesquisa propõe dissertar bibliograficamente sobre os loteamentos; relacionar as legislações vigentes sobre loteamentos no Brasil e no Município de Iranduba; demonstrar a importância da infraestrutura básica para empreendimentos de loteamentos residenciais no município de Iranduba; e demonstrar os impactos dos loteamentos no aspecto ambiental para o Município de Iranduba.

Quanto à metodologia foi utilizada a descrita por Gil (2010), na qual divide as pesquisas científicas em: a) Quanto a natureza, que foi qualitativa porque é aquela em que se busca compreender as particularidades do objeto estudado; b) Quanto aos fins, a pesquisa é descritiva, porque é aquela em que se realiza uma descrição das características de um determinado fenômeno e c) Quanto aos meios utilizados, a pesquisa é do tipo bibliográfica porque utilizou-se de fontes secundárias para a coleta de dados.

## **2. REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1. DEFINIÇÕES DE LOTEAMENTOS**

A Lei nº 6.766/79 define o loteamento em seu artigo 2º, parágrafo primeiro que se considera loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes. (BRASIL, 1979).

A operação que se utiliza de dados técnicos de agrimensura para dividir uma área em tantas outras porções autônomas, com possibilidade de vida própria. Feita a divisão da gleba em lotes, estes não mais são partes daquela, mas propriedades separadas, que passam a constituir, cada uma, um novo todo, uma nova propriedade (RIZZARDO, 2013, p.976).

Para Rocha (2015, p.1), o loteamento pode ser denominado como a divisão de uma área de terras em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação e implantação de infraestrutura mínima definida em lei.

Segundo a mesma linha de raciocínio Cientelli (2015, p.10), define loteamento como a forma de parcelamento do solo urbano, fracionado em porções menores, com o objetivo de alienar ao público as partes em prestações sucessivas e periódicas.

### **2.2. CLASSIFICAÇÕES DOS LOTEAMENTOS SEGUNDO A LOCALIZAÇÃO**

Segundo Rocha (2015, p.1), considerando a localização, o loteamento pode ser urbano ou rural. O rural tem disciplina diferenciada e requer previa audiência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. É a transformação do pasto em lotes, das fazendas em bairros, remodelação do solo rural para fins urbanos como ruas, praças e terrenos que futuramente sustentarão construções. Para fins de legalidade do loteamento rural para fins urbanos, é utilizada a Instrução INCRA Nº 17-B, de 22 de dezembro de 1980 que Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos de imóveis rurais e parcelamento para fins agrícolas de imóveis rurais. (INCRA, 1980).

A atividade de parcelamento do solo para fins urbanos é regulada pela Lei Federal 6766/1979, norma geral de direito urbanístico que estabelece os parâmetros mínimos para aprovação de empreendimentos de parcelamento do solo, com intuito de ampliar a cidade. Todavia, os municípios podem e devem editar normas legais locais para disciplinar a matéria de acordo com suas peculiaridades. (TONET ET AL, 2017, P.6).

Na legislação ouve-se falar em três tipos de loteamentos, que segundo Nogueira (2017), são: legal, clandestino e o irregular. Loteamentos irregulares possuem registro no Cartório de Registro de Imóveis, mas não cumprem os requisitos estabelecidos pela Prefeitura, como a implantação de escoamento de águas da chuva, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável e energia pública e domiciliar. (CAMPOS, 2017, P.1).

Segundo Nogueira (2017), um loteamento legal é quando este parcelamento está aprovado, executado e registrado conforme a legislação vigente.

Segundo Schmitti (2019, p.1), resumindo em breves palavras o loteamento é irregular quando foi inicialmente aprovado pela Prefeitura, mas não foi inscrito no Registro de Imóveis ou foi executado em desconformidade com o plano e as plantas aprovadas. Já o loteamento clandestino é aquele que o Poder Público não tem nenhum conhecimento oficial dele, nunca foi apresentado qualquer projeto, planta ou aprovado pela Prefeitura Municipal.

## **2.3. LEGISLAÇÕES VIGENTES SOBRE LOTEAMENTOS**

### **2.3.1. A NÍVEL FEDERAL (BRASIL)**

A Constituição Federal (1988), em seu artigo 30, estabelece “Compete aos Municípios: VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”

A norma reguladora do instituto do loteamento é a Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que trata do Parcelamento do Solo Urbano, dispondo quais são os requisitos e condições a serem observadas no momento da sua elaboração e que foi alterada pela Lei Federal nº 9.785, em 29 de janeiro de 1999.

No Artigo 50, da Lei nº 6.766/79, alterada pela Lei nº 9.785/99:

I – Dar início, de qualquer modo, ou efetuar loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos, sem autorização do órgão público competente, ou em desacordo com as disposições desta lei ou das normas pertinentes do Distrito Federal, Estados e Municípios;

II – Dar início, de qualquer modo, ou efetuar loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos sem observância das determinações constantes do ato administrativo de licença; III – fazer, ou veicular em proposta, contrato, prospecto ou comunicação ao público ou a interessados, afirmação falsa sobre a legalidade do loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos, ou ocultar fraudulentamente fato a ele relativo. (BRASIL, 1976/1979).

### **2.3.2. A NÍVEL MUNICIPAL (IRANDUBA-AM)**

Segundo Heckler (2014, p.14), é a Prefeitura Municipal que determinará se o projeto elaborado é adequado ou não, uma vez que o planejamento urbanístico é de seu interesse e está normatizado no plano diretor municipal de Iranduba-AM, datado de 21 de fevereiro de 2011.

Lei Orgânica do Município de Iranduba. 6ª Edição. Atualizada e revisada até 02 de janeiro de 2018 Organizado por Isaac Luiz Miranda Almas e no Plano Diretor do Município de Iranduba, o loteamento é tratado no seu artigo 139, Incisos XII: parcelamento – subdivisão de terras nas formas de desmembramento ou loteamento; e XIV: loteamento – subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias já existentes.

## **3. METODOLOGIA**

O estudo teve sua base no estudo bibliográfico dos processos básicos e necessários para os projetos de loteamento ser realizados da forma correta e dentro da lei, bem como, também, dentro dos parâmetros exigidos pela sustentabilidade ambiental urbana no município de Iranduba, no Estado do Amazonas.

No primeiro momento houve uma análise dos documentos legais, Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que trata do Parcelamento do Solo Urbano, dispendo quais são os requisitos e condições a serem observadas no momento da sua elaboração e que foi alterada pela Lei Federal nº 9.785, em 29 de janeiro de 1999) e do Plano Diretor do Município de Iranduba, que norteia o parcelamento do solo, bem como, também foram observadas alguns empreendimentos em andamento e outros que já foram concluídos, conforme mostram as fotos em anexo.

No segundo momento, houve a pesquisa bibliográfica propriamente dita, por meio de fontes secundárias como livros, revistas, jornais, monografias, TCC, artigos e outros que foram publicados anteriormente e que abordavam assuntos atinentes à aprovação de loteamento.

No terceiro momento, houve a seleção dessas fontes, onde foram selecionadas somente as que foram consideradas importantes para a fundamentação teórica do trabalho, sendo descartados, os que não apresentavam assuntos relacionados ao objetivo do trabalho, que é definir as etapas de aprovação de um loteamento, que tem como premissa, a liberação da prefeitura da certidão de diretrizes para uso, ocupação e parcelamento do solo.

### **3.1. CARACTERIZAÇÕES DO OBJETO DE ESTUDO**

O município de Iranduba está localizado a 25 km da capital amazonense, pertencendo a mesorregião metropolitana de Manaus, distante 7 Km da foz do Rio Negro, principal afluente do Rio Amazonas, com características físicas e sociais peculiares, típico da Amazônia.



Para Braga (2011), a região em que se localiza o município de Iranduba é uma área especial dentro do território amazônico, por se encontrar na confluência entre o Rio Negro e Solimões dando origem ao maior rio do mundo e carregando todos os processos e significados que esta posição geográfica produz. O município de Iranduba está situado entre os Rios Negro e Solimões. Com uma extensão territorial de 2.215 km<sup>2</sup>, Iranduba faz limites com os municípios de Manaus e Novo Airão, ao norte; Manacapuru e Manaquiri, a oeste e sul; e com o Careiro e o Careiro da Várzea, pelo lado leste. Sua população de 40.781 habitantes, conforme o censo do IBGE (2010), o coloca como o quarto maior dentro da RMM.

Até outubro de 2011, o acesso à Iranduba era feito por meio de balsa, em uma viagem de 30 minutos, sem contar o tempo de espera nas filas. Após a ponte Rio Negro, o deslocamento é feito em uma distância de apenas 3,5 quilômetros, com rápido acesso pela rodovia AM- 070 Estrada Manuel Urbano (FROTA, 2011). No dia 24 de outubro de 2011, a Ponte do Rio Negro era inaugurada. Mesmo sendo alvo de polêmicas quanto a sua construção, a nova ligação terrestre se tornou um divisor do desenvolvimento para os municípios das regiões do Purus e Solimões no Amazonas.

#### **4. RESULTADOS E DICUSSÃO**

A análise dos resultados da pesquisa foi realizada por meio de consultas bibliográfica em fontes secundárias, que pode ser definida como aquelas que foram anteriormente publicadas como livros, revistas, jornais, artigos e outros trabalhos científicos disponibilizados em biblioteca digital e que abordavam os assuntos atinentes ao trabalho.

Em posse dos dados coletados na pesquisa bibliográfica, foram selecionadas os que correspondiam ao objetivo da pesquisa que é relacionar os processos necessários a aprovação dos loteamentos, bem como, as principais características de cada um dos mesmos, conforme descrito abaixo.

##### **4.1. PROCESSOS BÁSICOS DE APROVAÇÃO DE LOTEAMENTO**

Segundo a Lei nº 6.766/79, quem tem o poder para aprovar os projetos de loteamentos são as prefeituras e o Distrito Federal, que farão uma análise da viabilidade do projeto apresentado e quando este for aprovado, deverá ser cumprida a execução dentro das datas previstas. Ressaltando que o artigo 13º da mesma lei, estabelece alguns vetos de aprovação de loteamento pela prefeitura, dando essa responsabilidade ao Estado e nas quais abaixo destaco as principais situações em que serão vetadas a aprovação por parte da prefeitura:



Quadro 1 – Principais situações de vetos para aprovação de loteamento pelas prefeituras

Artigo	Incisos	Situações
6º	I	Quando localizados em áreas de interesse especial, tais como as de proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidas por legislação estadual ou federal.
	II	Quando o loteamento ou desmembramento localizar-se em área limítrofe do município, ou que pertença a mais de um município, nas regiões metropolitanas ou em aglomerações urbanas, definidas em lei estadual ou federal.
	III	Quando o loteamento abranger área superior a 1.000.000 m <sup>2</sup> . Parágrafo único - No caso de loteamento ou desmembramento localizado em área de município integrante de região metropolitana, o exame e a anuência prévia à aprovação do projeto caberão à autoridade metropolitana.

Fonte: Adaptados da Lei nº 6.766/79

#### 4.3.1. AS DIRETRIZES E CARTA DE ANUÊNCIA

O proprietário (loteador) ou envolvido deverá solicitar, na prefeitura do município, as diretrizes urbanísticas e de planejamento municipal e todas as informações necessárias referentes ao uso, ocupação e parcelamento de solo. Caso o responsável tenha um representante legal talvez seja necessária a apresentação de uma Procuração com firma reconhecida para iniciar o processo, acompanhar e retirar o documento final, ou seja, certidão de aprovação do loteamento. (ALBINO ET AL, 2018, P.34).

Segundo Leonardi (2013, p.1), a carta de anuência é aquela que aborda as características do teor do objeto de anuência, e que deve ser posta com a exatidão a descrição das mesmas, como por exemplo: vértices, azimutes e distâncias das perimetrais que servem de limites entre os imóveis retificando e o da pessoa que está anuindo.

Segundo a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, em seu artigo 4º, incisos de I a IV e parágrafos 1º, 2º e 3º, os principais requisitos urbanísticos são:

Para Heckler (2014, p.16), esses requisitos urbanísticos refletem a preocupação do legislador em fazer com que a atividade de loteamentos urbanos seja o mais legalizado e seguro possível, bem como, bem planejado. Daí a importância de regulamentação das novas áreas, fazendo-se necessário a criação de espaços planejados e com uma infraestrutura mínima e adequada as necessidades básicas para o desenvolvimento da urbanização.

Quadro 2 – Principais requisitos urbanísticos para aprovação de loteamento

Artigo	Incisos	Requisitos
4º	I	As áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.
	II	Os lotes terão área mínima de 125m <sup>2</sup> (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes.
	III	Ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica.
	IV	As vias de loteamento deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais, existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia local.
Parágrafo 1º		A legislação municipal definirá, para cada zona em que se divida o território do Município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento.
Parágrafo 2º		Consideram-se comunitários os equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares.
Parágrafo 3º		Se necessária, a reserva de faixa não-edificável vinculada a dutovias será exigida no âmbito do respectivo licenciamento ambiental, observados critérios e parâmetros que garantam a segurança da população e a proteção do meio ambiente, conforme estabelecido nas normas técnicas pertinentes.

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado da Lei nº 6.766/79

#### 4.3.2. TÍTULOS DE PROPRIEDADE

Título de propriedade é o nome dado a um tipo específico de título, cuja finalidade central é certificar investimentos que criam uma obrigação entre investidor e emitente, de modo que o primeiro se torna proprietário de parte do empreendimento do segundo.

Segundo Albino et al (2018, p.34), este documento é requerido no Cartório de Registro de Imóvel mediante pagamento de uma taxa e apresentação do CPF do proprietário, nele consta o número da matrícula, o nome do proprietário, área total da gleba, as medidas, confrontações e azimutes ou rumos, com estes dados sabe-se onde e como a gleba está posicionada.

#### 4.3.3. O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIALTIMÉTRICO

Albino et al (2018, p.34), comenta ser o processo onde o profissional habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) visita a área do futuro loteamento com equipamentos de agrimensura, anota os dados do levantamento, depois apresenta em projeto acompanhado pela Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), representando o perfil do terreno com as cotas de níveis.

Segundo Souza (2018, p.11), o levantamento topográfico tem como finalidade determinar a posição relativa de pontos na superfície terrestre, podendo ser realizado de forma manual ou não, dependendo do equipamento.

#### **4.3.4. A LICENÇA PRÉVIA AMBIENTAL**

O licenciamento ambiental é instrumento fundamental na busca do desenvolvimento sustentável. Sua contribuição é direta e visa a encontrar o convívio equilibrado entre a ação econômica do homem e o meio ambiente onde se insere. Busca-se a compatibilidade do desenvolvimento econômico e da livre iniciativa com o meio ambiente, dentro de sua capacidade de regeneração e permanência. (TCU, 2007).

Para Santos (2016, p.2), o processo de licenciamento ambiental normalmente é dividido em três etapas:

1. Licença prévia, apresentando os estudos iniciais de ocupação da área.
2. Licença de instalação, apresentando todos os projetos de urbanismo e infraestrutura aprovados pelos organismos competentes.
3. Licença de ocupação, após certificar-se da correta execução das obras. Sem dúvida é uma das etapas mais demoradas de todo o processo de aprovação. Já os estudos de geotecnia do solo (ou sondagem) são fundamentais para o desenvolvimento dos projetos de infraestrutura.

A licença prévia ambiental deve-se fazer tanto no órgão estadual, como municipal, de acordo com a lei do estado e município e respeitando suas particularidades. A licença prévia ambiental, portanto, aprova a utilização da área determinada para o projeto de loteamento urbano, com as ressalvas de acordo com os impactos ambientais gerados por ele, averiguando alguns documentos exigidos, como o projeto planialtimétrico e análise geológica. (ALBINO ET AL, 2018, P. 35).

Sua finalidade é definir as condições com as quais o projeto torna-se compatível com a preservação do meio ambiente que afetará. É também um compromisso assumido pelo empreendedor de que seguirá o projeto de acordo com os requisitos determinados pelo órgão ambiental. (TCU, 2007).

#### **4.3.5. O ANTEPROJETO**

Segundo Santos (2016, p.2), para que haja aprovação de loteamentos se faz necessário que o empreendedor tenha desenvolvido um projeto que possam assim demonstrar as diversas áreas que irá compor o loteamento, como: urbanístico, paisagismo, arborização viária, sinalização viária (vertical e horizontal), pavimentação, rede de drenagem de águas pluviais, rede de esgoto, rede de água, rede elétrica e terraplenagem.

Para Albino et al (2018, p.35), o anteprojeto do loteamento deve ser criado por um profissional habilitado pelo CREA ou pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), com conhecimento pleno na Lei Federal nº 6.766/79, no Plano Diretor do Município onde será construído o loteamento e em outras leis do município.

Segundo o Artigo 6º da Lei 6.766/79, antes da elaboração do projeto de loteamento, o interessado deverá solicitar Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal quando for o caso, que defina as diretrizes para o uso do solo, traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, apresentando, para este fim, requerimento e planta do imóvel contendo, pelo menos:

I - As divisas da gleba a ser loteada; II - As curvas de nível à distância adequadas, quando exigidas por lei estadual ou municipal; III - a localização dos cursos d'água, bosques e construções existentes; IV - A indicação dos arruamentos contíguos a todo o perímetro, a localização das vias de comunicação, das áreas livres, dos equipamentos urbanos e comunitários existentes no local ou em suas adjacências, com as respectivas distâncias da área a ser loteada; V - O tipo de uso predominante a que o loteamento se destina; VI - As características, dimensões e localização das zonas de uso contíguas. Art. 7º. A Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, indicará, nas plantas apresentadas junto com o requerimento, de acordo com as diretrizes de planejamento estadual e municipal: I - As ruas ou estradas existentes ou projetada, que compõem o sistema viário da cidade e do município, relacionadas com o loteamento pretendido e a serem respeitadas; II - O traçado básico do sistema viário principal; III - a localização aproximada dos terrenos destinados a equipamento urbano e comunitário e das áreas livres de uso público; IV - As faixas sanitárias do

O projeto de loteamento é estabelecido no artigo 6º, incisos de I a VI da Lei nº 6.766/79, conforme abaixo demonstrado:

Artigo 6º: Antes da elaboração do projeto de loteamento, o interessado deverá solicitar à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal quando for o caso, que defina as diretrizes para o uso do solo, traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, apresentando, para este fim, requerimento e planta do imóvel contendo, pelo menos: (BRASIL, 1979).

Segundo Rocha, em consonância com o disposto no artigo 6º da Lei nº 6.766/79, acrescenta a seguinte ressalva:

Quando o projeto de loteamento for elaborado, deverá conter também a reserva de áreas institucionais para instalação de equipamentos urbanos, dentre os quais, os espaços livres e àqueles destinados à implantação de áreas verdes. (ROCHA, 2015, P.2).

Segundo, ainda, Rocha (2015, p.2) é justamente por conta dessa situação da citação acima, que os loteamentos não podem ser do tipo fechado, haja vista, que não podem impedir o livre acesso de quaisquer pessoas às suas áreas internas, com a colocação, por exemplo, de guaritas e construção de muros ao seu redor. (ROCHA, 2015, P.2).

Quadro 3 – Principais requisitos de composição do projeto de loteamento

Artigo	Incisos	Descrição
6º	I	As divisas da gleba a ser loteada
	II	As curvas de nível à distância adequada, quando exigidas por lei estadual ou municipal.
	III	A localização dos cursos d'água, bosques e construções existentes.
	IV	A indicação dos arruamentos contíguos a todo o perímetro, a localização das vias de comunicação, das áreas livres, dos equipamentos urbanos e comunitários existentes no local ou em suas adjacências, com as respectivas distâncias da área a ser loteada
	V	O tipo de uso predominante a que o loteamento se destina;
	VI	As características, dimensões e localização das zonas de uso contíguas.

Fonte: adaptado da Lei nº 6.766/79

#### 4.3.6. A CERTIDÃO DE ANUÊNCIA MUNICIPAL

Com todos os documentos anteriormente citados e por meio de um requerimento, o processo deverá ser protocolado na secretaria de obras do município (setor responsável pela aprovação de parcelamento e ocupação de solos), em nome do proprietário do imóvel, requerendo a viabilidade do projeto de parcelamento da gleba de acordo com as leis federais, estaduais e municipais. (ALBINO ET AL, 2018, P.38).

De acordo com o que estabelece a Resolução Conama nº 237, de 1997, exige-se, portanto, é uma obrigação, que conste do processo de licenciamento ambiental a certidão do município atestando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com as leis, que preveem as peculiaridades e especificidades locais. (CALUWAERTS, 2014, p.1).

#### 4.3.7. A CARTA DE VIABILIZAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS

Para Albino et al (2018, p.39), o loteador ou responsável pelo processo deverá procurar as concessionárias de energia elétrica, de água e coleta de esgoto do município para solicitar a viabilidade do empreendimento.

#### 4.3.8. A CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E COLETA DE ESGOTO

O loteador, mediante um requerimento feito na concessionária de abastecimento de água e coleta de esgoto (SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Iranduba, solicitará a viabilidade para a aprovação do projeto de abastecimento de água potável, juntamente com o projeto das redes de coleta de esgoto. (ALBINO ET AL, 2018, P.39).

Em relação ao abastecimento de água, deve-se consultar a concessionária ou o serviço autônomo competente se existe “ponto de tomada ou captação” nas proximidades do empreendimento, que viabilize a conexão das suas futuras redes internas de água a serem construídas pelo empreendedor àquelas já existentes no entorno, viabilizando o abastecimento de água no loteamento. (TONELT ET AL, 2007, P.9).

#### **4.3.9. A CONCESSIONÁRIA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA E ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

Os loteadores devem consultar a concessionária prestadora do serviço de energia do local onde será implantado o loteamento para analisar se existe viabilidade do fornecimento de energia elétrica ao novo bairro, com ou sem extensão de rede. Em alguns casos, é necessária a construção de muitos metros de extensão de redes, o que mais uma vez influencia a viabilidade financeira do empreendimento. (TONET et al 2017, p.10).

Para Albino et al (2018, p. 40), o loteador, por um requerimento na concessionária que fornece energia elétrica do município, solicitará uma carta de viabilidade de fornecimento de energia, com projeto dimensionamento e executado por um engenheiro elétrico habilitado, se necessário deverão ser apresentados o orçamento e o cronograma das obras a serem construídas.

#### **4.3.10. O PROJETO DAS GALERIAS DE ÁGUA PLUVIAL E PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

O projeto das galerias de águas pluviais e o projeto de pavimentação serão elaborados por um profissional técnico habilitado que serão analisados e aprovados pela prefeitura no setor responsável junto com o projeto urbanístico, o orçamento e o cronograma das obras. A prefeitura é responsável pela fiscalização das obras. (ALBINO ET AL, 2018, P.40).

Na confecção do projeto de pavimentação, deverá conter as seguintes informações, segundo o Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Araxá:

planta geral do sistema em escala 1:1.000 ou 1:2.000; memória de cálculo indicando critérios de projeto e a metodologia de cálculo utilizada; desenho das seções transversais de todas as soluções de projeto, contendo elementos técnicos como espessura de camadas, definição das características dos materiais de base, sub-base, reforço de subleito, etc.; especificação dos materiais utilizados na pavimentação; detalhes construtivos de sarjetas, calçadas, rampas, interferências com os demais projetos de saneamento, drenagem, dentre outros; resultado dos estudos geotécnicos, se necessário; no caso de pavimentação em concreto de cimento Portland, apresentar o tipo e detalhes das juntas do pavimento; projeto de contenção e obras de arte especiais: passarelas, pontes, viadutos, etc. (IPDSA, 2016, P.31).

Neste sentido, é importante citar que o artigo 7º da Lei nº 6.766/79, determina que após ter dado entrada o requerimento, a Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, indicará, nas plantas apresentadas junto com o requerimento, e de acordo com as diretrizes de planejamento estadual e municipal os seguintes requisitos:

I - as ruas ou estradas existentes ou projetada, que compõem o sistema viário da cidade e do município, relacionadas com o loteamento pretendido e a serem respeitadas; II - o traçado básico do sistema viário principal; III - a localização aproximada dos terrenos destinados a equipamento urbano e comunitário e das áreas livres de uso



público; IV - as faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais e as faixas não edificáveis; V - a zona ou zonas de uso predominante da área, com indicação dos usos compatíveis. (BRASIL, 1979).

#### 4.3.11. LICENÇA DE INSTALAÇÃO AMBIENTAL

Na aprovação do projeto do loteamento, para poder iniciar a implantação do loteamento é necessária a licença de instalação ambiental, que é adquirida após a licença prévia, além das etapas anteriormente citadas terem ocorrido de forma adequada com o que foi proposto no projeto.

Enfim, reiterando, fará parte do projeto definitivo do loteamento o mapa do parcelamento dos lotes, ruas, logradouros públicos, áreas institucionais, áreas verdes e áreas de preservação permanente, se houver, bem como memoriais descritivos, ART do responsável técnico, projeto planialtimétrico, projeto de abastecimento de água potável e esgoto, projeto da rede de energia elétrica e iluminação pública, estes previamente aprovados pelas empresas responsáveis, projeto de galerias de águas pluviais, projeto de pavimentação com passeios públicos e pista de rolamento, orçamento e cronograma da execução das etapas. ((ALBINO ET AL, 2018, P.40).

Resumo das etapas do processo de aprovação de loteamento segundo a Lei nº 6.766/79

Quadro 4 – Resumo das etapas de aprovação do loteamento

Etapas	Lei nº 6.766/79	Descrição das etapas
1ª	Artigo 6º	Os empreendedores deverá solicitar à Prefeitura Municipal de Iranduba, ou ainda, se necessário ao Distrito Federal, as diretrizes para o uso do solo, do traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, conforme determina o artigo 6º da Lei nº 6.766/79.
2ª	Artigo 7ª	Em consonância com o artigo 7º da Lei nº 6.766/79, a prefeitura de Iranduba, de posse do requerimento irá incluir nas plantas apresentadas as ruas ou estradas (existente ou projetada relacionadas com o loteamento pretendido); do traçado básico do sistema viário principal; da localização aproximada dos terrenos destinados a equipamento urbano e comunitário e das áreas livres de uso público; das faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais e das faixas não edificáveis; da zona ou zonas de uso predominante da área, com indicação dos usos compatíveis.
3ª	-x-	O empreendedor irá apresentar à Prefeitura Municipal de Iranduba o projeto de parcelamento, que deverá conter os desenhos, memorial descritivo, certidão atualizada da matrícula da gleba, certidão de ônus reais, certidão negativa de tributos municipais e cronograma de execução das obras.
4ª	Artigo 18	Em conformidade com o artigo 18, da Lei nº 6.766/79, o empreendedor já de posse da aprovação pela Prefeitura, solicita o registro de loteamento ao Cartório de Registro de Imóveis competente.
5ª	-x-	O empreendedor toma posse do registro, caso não tenha tido nenhuma impugnação.

Fonte: adaptado da Lei nº 6.766/79

Por fim, após aprovado o loteamento e oferecida a caução, o município expedirá o respectivo alvará de urbanização. A partir disso, o empreendedor estará autorizado a começar a implantação, com intervenções materiais na gleba (abertura de ruas, demarcação de lotes e quadras, etc), embora ainda não esteja autorizado a efetuar venda ou reserva de lotes, a qualquer título. (TONET ET AL, 2017. P.21).

Segundo, ainda, o mesmo autor, após aprovado o loteamento ou desmembramento, o responsável deverá:

Providenciar o registro no CRGI competente na matrícula do imóvel parcelado, munido dos documentos indicados no artigo 18 da Lei 6766/1979, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias, sob pena de caducidade, ou seja, sob pena de perda de validade do ato de aprovação, devendo ser ratificado. Deverá, contudo, ser reiniciado todo o procedimento de aprovação, no caso de perda de validade das diretrizes ou se alterada a legislação federal, estadual ou municipal que imponha modificações no projeto urbanístico. (TONELT ET AL, 2017, P.21),

Segundo ainda Tonelt et al (2007, p.21), somente após o registro do parcelamento do solo é que o proprietário pode efetuar venda de lotes, conforme dispõe o artigo 37 da Lei 6766/1979: “Art. 37. É vedado vender ou prometer vender parcela de loteamento ou desmembramento não registrado.”

#### **4.4. IMPACTOS AMBIENTAIS DOS LOTEAMENTOS**

Neste sentido, a resolução CONAMA nº 001 de 1986 traz a seguinte terminação de impacto ambiental:

“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam”: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; IV – a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986).

Pinto e Chamna (2013), ressaltam que a implantação de um loteamento tem direta influência no meio ambiente urbano ou construído, irradiando efeitos sobre a população difusa e coletivamente considerada, pois, a inobservância das normas urbanísticas pode gerar problemas que afetam a segurança, a salubridade e o conforto dos cidadãos e transeuntes, bem como a funcionalidade e a estética da cidade.

Para Sánchez (2008, p. 38), aponta que “a implantação de um loteamento induz uma intensificação dos processos erosivos, à abertura de vias e à construção de casas com maior exposição do solo e das águas pluviais”. Como se não bastasse a falta de estrutura física da área loteada, onde não existe água tratada, não há também nas ruas pavimentadas para que possa evitar o carreamento desse material para o interior do açude causando assoreamento e poluição da água.

Os impactos provocados pelo empreendimento, como: resíduos sólidos, ruídos e o potencial de risco, capacidade e o seu potencial de gerar líquidos poluentes, emissões atmosféricas. “Importa que a tecnologia empregada não possa causar prejuízo ao homem e ao seu ambiente, não cabendo, contudo, ao Poder Público, indicar este ou aquele equipamento antipoluidor”. (MACHADO, 2012, p.340).

Conforme art. 60 da Lei 9.605/1998, construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviço- potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes: Pena - detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente (BRASIL, 1998).

O município de Iranduba perdeu aproximadamente 49 mil hectares de florestas primárias de terra firme segundo os dados mais recentes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A perda de florestas primárias em Iranduba corresponde a cerca de 21% do território, o que faz do município o primeiro colocado no Amazonas, considerando a proporção de território municipal desmatado. (RODRIGUES ET AL, 2014).

#### **4.5. LOTEAMENTOS NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA-AMAZONAS**

Para Severiano (2012, p.1), não foram somente os setores comerciais e industriais que tiveram seus crescimentos com a inauguração da Ponte sobre o Rio Negro, o mercado imobiliário também se elevou, onde vemos hoje, inúmeros projetos de loteamentos vistos quando pela passagem das margens da rodovia Manuel Urbano AM-070, que liga Manaus a Iranduba.

O que vem ocorrendo atualmente em Iranduba é o aumento de loteamentos voltados para a habitação civil, gerando assim demandas de material de construção e de serviços especializados para o levantamento das terras propícias a ocupação. (PINHEIRO, 2014).

Para Pinheiro (2014), em Iranduba, pôde-se observar um crescimento acentuado do desmatamento e do surgimento de grandes áreas de solo exposto. Substituindo a vegetação, mesmo que rasteira de uma produção, por grandes manchas de latossolo onde serão implantados condomínios de difícil aceitação de sua finalidade especulativa.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa tem sua importância a partir do momento que se faz necessário que o empreendedor do ramo imobiliário tenha consciência de acompanhar, e organizar a divisão do espaço urbano-metropolitano em elevado índice de ocorrência no município de Iranduba.

Observou-se que o loteamento de espaço urbano não é tão fácil, pois existem algumas burocracias que são estabelecidas em legislação específica que por vezes dificultam a aprovação de projetos de loteamento, no entanto, deve ser ressaltado que isto é necessário para que se evite ocupações irregulares ou até mesmo clandestinas, bem como, tornar segura a compra por parte dos clientes, garantindo, ainda, que o empreendimento não cause prejuízos ao município, principalmente ao meio ambiente.

Dessa forma, a Lei Federal nº 6.766/79, alinhadas as leis municipais e ao Plano Diretor do Município, pode estabelecer normas básicas para que os empreendedores do ramo imobiliário possam realizar um loteamento para a construção de residências.

Observou-se, ainda, que entre as várias medidas básicas que o empreendedor do ramo imobiliário deve cumprir está a da confecção de projeto, as licenças ambientais e as solicitações junto as companhias de fornecimento de serviços públicos.

Conclui-se por fim, que as burocracias exigidas nas legislações pertinentes, são necessárias e objetivam minimizar os problemas de habitação desordenada, irregulares ou clandestinas, haja vista que é determinando os passos a serem seguidos, bem como, as proibições em relação ao parcelamento do solo. Ressaltando, que este fato, não é cem por cento seguro de inexistência de irregularidades, uma vez que existem pessoas ainda que descumprem o que está normatizado.

Por fim, se faz necessário a realização de outras pesquisas sobre a metropolização do espaço do município de Iranduba, a partir da inauguração da Ponte Rio Negro, para que assim possa ser dada continuidade mediante as mudanças contínuas porque passa o município em se tratando da área imobiliária.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALBINO, Gustavo Farias; MACIEL, Hully Arantes; ARAÚJO, Luciana Almeida de Freitas; OLIVEIRA, Renato Cardoso. Etapas para aprovação do projeto de loteamento urbano. 2018. Rev. Eletrônica Organ. Soc., Iturama (MG), v. 7, n. 8, p. 30-44, jul./dez. 2018 DOI: 10.29031/ros.v7i8.412. Disponível em <https://www.google.com/search?>. Acesso em 26 de outubro de 2020.
- [2] AMAZONAS, Lei nº 129, de 21 de fevereiro de 2011. Institui o Plano Diretor do Município de Iranduba e dá outras providências. Disponível em [www.google.com](http://www.google.com). Acesso em 23 de outubro de 2020.
- [3] BRAGA, E. Sonho realizado – Ponte é apenas o começo do futuro. A Crítica, Manaus, 24 out. 2011. Caderno Cidades, A11.
- [4] BRASIL, Lei nº 6.766 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 15 de outubro de 2020.
- [5] BRASIL. Constituição Federal do Brasil. 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 15 de outubro de 2020.
- [6] BRASIL, Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em 16 de outubro de 2020.
- [7] BRASIL, Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em 16 de outubro de 2020.
- [8] CALUWARTS, Amanda Loiola. A participação dos Municípios no licenciamento ambiental federal. 2014. Disponível em <https://jus.com.br/artigos/29395/a-participacao-dos-municipios-no-licenciamento-ambiental-federal>. Acesso em 28 de outubro de 2020.
- [9] CAMPOS, Thiago. Loteamentos irregulares e loteamentos clandestinos. 2017. Disponível em <https://juridicocerto.com/p/thiagocampos/artigos/loteamentos->

irregulares-e-loteamentos-clandestinos-A3o%20chamados%20de%20clandestinos. . Acesso em 23 de outubro de 2020.

[10] CIANTELLI, Lucas Menezes. Loteamento Urbano. 2015. Disponível em <https://lucasciantelli.jusbrasil.com.br/artigos/308159412/loteamento-urbano#>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

[11] COELHO, Eduardo Paranhos. Entrevista. 2016. Disponível em <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/loteamento-do-projeto-a-execucao/>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

[12] CONAMA, Resolução CONAMA nº 001 de 1986. Define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em <http://www.suape.pe.gov.br/pt/publicacoes/245-resolucao/1335-resolucao-conama-n-01-1986#:~:text=Define%20as%20situa%C3%A7%C3%B5es%20e%20estabelece,Relat%C3%B3rio%20de%20Impacto%20Ambiental%20%E2%80%93%20RIMA>. Acesso em 29 de outubro de 2020.

[13] CORGH, Fernanda Nascimento. Diretrizes para implantação de loteamentos urbanos: aspectos físicos, legais e sociais.

[14] FILHO, Miguel da Silva. Palavra do Especialista – Procedimentos para Regularizar um Loteamento. 2018. Disponível em <https://www.sienge.com.br/blog/palavra-do-especialista-procedimentos-regularizar-loteamento/>. Acesso em 23 de novembro de 2020.

[15] FROTA, Mário. Ponte sobre o Rio Negro: governo gastou oito vezes mais. 04 jul 2011. Disponível em: . Acesso em: 18 janeiro de 2019.

[16] GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010.

[17] HECKLER, Eduardo. Apontamento sobre o loteamento urbano. Trabalho apresentado a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - DCJS - Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais. Rio Grande do Sul:2014.

[18] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em Disponível em [www.google.com](http://www.google.com). Acesso em 23 de outubro de 2020.

[19] INSTRUÇÃO INCRA Nº 17-B, de 22 de dezembro de 1980. Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos de imóveis rurais e parcelamento para fins agrícolas de imóveis rurais. Disponível em [https://cetesb.sp.gov.br/documentos/1980\\_Instr\\_INCRA\\_17B.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/documentos/1980_Instr_INCRA_17B.pdf). Acesso em 23 de outubro de 2020.

[20] IPDSA. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Sustentável de Araxá. Manual para Projetos de Parcelamento de Solo Urbano. 2016. Disponível em [http://ipdsa.org.br/dados/link/162/arquivo/MANUAL%20PARA%20PROJETOS%20DE%20PARCELAMENTO%20DE%20SOLO%20URBANO\\_SETEMBRO\\_2016.pdf](http://ipdsa.org.br/dados/link/162/arquivo/MANUAL%20PARA%20PROJETOS%20DE%20PARCELAMENTO%20DE%20SOLO%20URBANO_SETEMBRO_2016.pdf). Acesso em 28 de outubro de 2020.

[21] IRANDUBA. Plano Diretor de Iranduba. 2011. Disponível em [www.google.com](http://www.google.com). Acesso em 23 de outubro de 2020.

[22] MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. 20. ed. São Paulo: Malheiros, 2012.

- [23] MINAYO, M.C. de S. (2010). O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde. (12ª edição). São Paulo: Hucitec-Abrasco.
- [24] NETTO, Carmo Gallo. Metodologia para implantação de loteamentos. JORNAL DA UNICAMP. Campinas: 2014. Disponível em <https://www.unicamp.br/unicamp/sites.pdf>. Acesso em 25 de novembro de 2020.
- [25] NOGUEIRA, Wagner Rodolfo Faria. Parcelamento do solo. Âmbito Jurídico, Rio Grande, VI, n. 14, ago. 2003. Disponível em: <<http://www.ambito-juridico.com.br>. Acesso em: 23 de outubro de 2020.
- [26] PINHEIRO, Heitor Paulo. Do desenvolvimento como liberdade ao desenvolvimento opressor: uma análise cartográfica dos impactos das grandes obras do estado na região de manaus/iranduba – AM, 2014. <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/ENG.pdf>. Acesso em 31 de outubro de 2020.
- [27] PINTO, Eduardo da Silva; CHAMMA, Paula Valéria Coiado. Os loteamentos urbanos e seus impactos ambientais e territoriais: o caso do loteamento villaggio ii na cidade de bauru-sp. 2013. Disponível em [https://www.google.com+\(2013\)%2C+%5B30%5D](https://www.google.com+(2013)%2C+%5B30%5D). Acesso em 29 de outubro de 2020.
- [28] PRODANOV, Cleber Cristiano. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- [29] RIZZARDO, Arnaldo. Promessa de compra e venda e parcelamento do solo urbano: Leis 6.766/79 e 9.785/99. 6. ed. São Paulo: Revista Dos Tribunais, 2013.
- [30] ROCHA, Renata. Loteamentos urbanos: procedimento de aprovação e cuidados na hora da compra. 2015. Disponível em <https://jus.com.br/artigos/47113/loteamentos-urbanos-procedimento-de-aprovacao-e-cuidados-na-hora-da-compra>. Acesso em 20 de outubro de 2020.
- [31] RODRIGUES, Marcelo da Silveira; PEDROLLO, Camilo Tomazini; BORGES, Sérgio Henrique; CAMARGO, Yara da Rocha. MOREIRA, Marcelo Paustein AMARAL, Graciele Sbízero; BRANDÃO, Diego Oliveira; IWANAGA, Simone. Iranduba: Características socioambientais de um município em transformação. 2014. Série Documentos Técnicos FVA número 2 (Novembro 2014). Editado por Fundação Vitória Amazônica/ Amazônia Socioambiental, Manaus.
- [32] SÁNCHEZ, Luiz Enrique. Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e Método. Lei Federal nº 10.257, seção XII – Do estudo de impacto de vizinhança. São Paulo, oficina de textos 2008. São Paulo: Oficina de textos, 495 p, 2008.
- [33] SANTOS, Altair. Loteamento: do projeto à execução, saiba como fazer. 2016. Disponível em <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/loteamento-do-projeto-a-execucao/>. Acesso em 29 de outubro de 2020.
- [34] SEVERIANO, a Ponte Rio Negro gera avanços e vulnerabilidade a municípios do AM. 2012. Disponível em <http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2012/10io-negro-gera-avancos-e-vulnerabilidade-municipios-do-am.html>. Acesso em 29 de outubro de 2020.
- [35] JANINE BERTUOL SCHMITT. Loteamento ilegal, irregular ou clandestino. <https://janinebertuol.jusbrasil.com.br/artigos/751261790/loteamento-ilegal-irregular-ou-clandestino>. Acesso em 20 de novembro de 2020.



- [36] SOUZA, Luiz Antonio Soares. Qual a importância Topografia para a Construção Civil? 2018. Disponível em [http://geoeduc.com/2018/12/03/qual-a-importancia-topografia-para-a-construcao-u%C3%A7%C3%A3o%20da,nivelamento%20do%20terreno%20\(terrapl\)](http://geoeduc.com/2018/12/03/qual-a-importancia-topografia-para-a-construcao-u%C3%A7%C3%A3o%20da,nivelamento%20do%20terreno%20(terrapl)). Acesso em 23 de outubro de 2020.
- [37] TONET, Antônio Sérgio. Guia de parcelamento do solo urbano para municípios e da regularização fundiária urbana. 2017. Produzido, editorado e diagramado pelo Centro de Estudos e Aperfeiçoamento Funcional do Ministério Público do Estado de Minas Gerais (CEAF).
- [38] TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Cartilha de licenciamento ambiental / Tribunal de Contas da União; com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. -- 2.ed. -- Brasília: TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007
- [39] VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [40] WERNER, Guilherme. O protagonismo do mercado de loteamentos no pós-pandemia. 2020. Disponível em <https://smartus.com.br/loteamentos-protagonismo-mercado-imobiliario-pandemia/>. Acesso em 29 de outubro de 2020.

## ANEXO 1 – LOTEAMENTOS EM IRANDUBA- AMAZONAS

Figura 1 – Loteamento Nova Amazonas I



Fonte: [www.imoveisemiranduba.com](http://www.imoveisemiranduba.com)

Figura 2 – Loteamento Nova Amazonas II



Fonte: [www.imoveisemiranduba.com](http://www.imoveisemiranduba.com)

Figura 3 - L'acqua Residenza



Fonte: [www.imoveisemiranduba.com](http://www.imoveisemiranduba.com)

Figura 4 – Recanto das águas



Fonte: [www.imoveisemiranduba.com](http://www.imoveisemiranduba.com)



# Capítulo 8

## *Implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda*

*Ítalo Pontes Carbonaro*

*Luiz Vitor de Lima Duarte*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O presente trabalho configura-se como um estudo sobre a implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda. A construção sustentável é uma temática que vem ganhando cada vez mais força no mercado da construção, onde vem se estudando a possibilidade da implantação de um sistema de geração de energia limpa e distribuída para esta área. Então surge a seguinte questão: Quais são as dificuldades encontradas pelas empresas construtoras para a implantação de energia solar em moradias para população de baixa renda? Para o desenvolvimento desse estudo foi definido como objetivo geral identificar a viabilidade de implantação da energia solar fotovoltaica em condomínio residencial para a população de baixa renda. O método adotado considerou os aspectos de um estudo exploratório, descritiva com abordagem qualitativa a partir do levantamento do referencial teórico para o qual foi utilizado livros, artigos e dissertações originais com base nos bancos de dados disponíveis para a população em geral. Os resultados do estudo apontaram que a implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda ainda não totalmente difundida entre as empresas construtoras, acarretando no pouco uso dessa metodologia construtiva.

**Palavras-chave:** Construção Sustentável, Energia Solar, Sistema Fotovoltaico, Eficiência Energética.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como premissa realizar a última etapa do trabalho de conclusão de curso em engenharia civil e tem como foco apresentar o tema a implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda. A energia solar é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Em busca de novas tecnologias para o uso de energias renováveis, os sistemas fotovoltaicos encontram-se em crescente utilização. Com isso, tem-se explorado novos materiais e realizado pesquisas para o avanço da tecnologia fotovoltaica. Segundo Severino e Oliveira (2010), o efeito fotovoltaico é gerado através da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor.

Nessa linha de pensamento com o crescimento constante da demanda de energia elétrica, fica cada vez mais necessária a busca por projetos construtivos que visem à autossuficiência energética, diminuindo assim, a sobrecarga no sistema elétrico nacional e desenvolvendo o conceito de geração distribuída para moradias populares. Nesse aspecto, a viabilidade no sistema de energia solar em um conjunto residencial alimentados por painéis solares fotovoltaicos torna-se bastante razoável para a comunidade.

A razão da importância do tema que se constituiu em um desafio para os acadêmicos, foi buscar conhecer com maior profundidade a temática que envolve a construção sustentável e o uso da energia solar como fonte sustentável na construção de casas populares.

A fim de conhecer com mais profundidade esta temática, este estudo tomou como ponto de partida a seguinte problemática: quais são as dificuldades encontradas pelas empresas construtoras para a implantação de energia solar em moradias para população de baixa renda?

O desenvolvimento do estudo fundamentou-se por meio de uma pesquisa de natureza qualitativa, classificando-se como bibliográfica, descritiva e exploratória por oferecer subsídios para compreender a problemática identificada, proporcionando um maior conhecimento para o pesquisador sobre o assunto. Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente, procedeu-se a seleção de bibliografia de referência para o necessário embasamento teórico dos principais conceitos relacionados ao tema.

Na realização deste estudo o mesmo nos proporcionou uma visão de conhecimentos mútuos, associado às teorias onde nos permitiu explorar e analisar a construção sustentável como alternativa para a população de baixa renda assim como a implementação de energia solar como alternativa de preservação ambiental, ou seja, a sustentabilidade na construção civil.

No decorrer dos anos vem surgindo uma grande preocupação quanto a sustentabilidade no âmbito do sistema construtivo, o que despertou o interesse acadêmico sobre conhecer qual a melhor forma de utilização do sistema de energia solar. Diante dos fatos este estudo justifica-se em razão da importância da temática para que o profissional de engenharia civil possa refletir acerca da significância do uso da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para a população de baixa renda.

Ainda sobre a opção para a escolha do referido tema a proposta é contribuir para uma reflexão sobre o uso do sistema fotovoltaico, para que seja conhecido os benefícios

que será para a sociedade e para o meio ambiente, assim como para as empresas construtoras.

Buscando responder essa indagação esse estudo teve por objetivo geral identificar a viabilidade de implantação da energia solar fotovoltaica em condomínio residencial para a população de baixa renda, tendo por objetivos específicos: realizar um estudo sobre a construção sustentável evidenciando a utilização de energia solar fotovoltaica em residências para população de baixa renda; identificar a eficiência e os custos da implementação da energia solar em obras populares.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL COMO ALTERNATIVA PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA**

A sociedade atual tem buscado um padrão de vida cada vez melhor para suprir suas necessidades, proporcionado pelas novas construções que, hoje estão em ritmo acelerado de crescimento, principalmente no Brasil. Porém, a mesma também necessita de uma maior conscientização dos efeitos causados pelas construções ao meio ambiente, a fim de minimizar o impacto ambiental e a qualidade de vida no futuro (SALVATERR, 2010).

Além das necessidades relacionadas às construções de infraestrutura no Brasil, a demanda pelas construções residenciais vem crescendo de modo acelerado e fora de controle. Devido à velocidade deste processo, é necessário que haja com urgência uma intervenção sustentável neste setor. Atualmente, algumas incorporadoras brasileiras estão utilizando técnicas de construções sustentáveis em suas obras como forma de estratégia de negócios, ou seja, como sendo um diferencial de venda para o consumidor. Porém, ainda existem muitos desafios a serem superados para que a maioria das edificações espalhadas por todo território brasileiro sejam sustentáveis (SÁ, 2016).

Uma construção durante todas suas etapas construtivas consome energia, gera resíduos, de materiais e produtos, gera renda e impostos, além de emitir gás carbônico na atmosfera. Logo é de grande importância fazer uso de métodos construtivos sustentáveis. Entre as vantagens de construir sustentavelmente estão diretamente relacionadas com a redução do impacto ambiental, menos retrabalho e desperdício, garantia da qualidade da edificação para o usuário final, proporcionando reduções nos consumos como energia e água, contratação de mão de obra e uso de materiais produzidos formalmente (MEDEIROS, 2014).

Partindo desse cenário a construção sustentável tem papel fundamental no desenvolvimento e incentivo de toda uma cadeia produtiva que possa alterar seus processos para um foco mais ecologicamente correto, de forma a reverter o quadro de degradação ambiental. Dentre as alternativas da construção sustentável encontra-se a energia solar, como perspectiva também para a população de baixa renda com a implantação em condomínios residenciais (SÁ, 2016).



## **2.2. EFEITO FOTOVOLTAICO**

A literatura aponta que o efeito fotovoltaico foi descoberto a partir de estudos realizados por Edmundo Becquerel, que ao misturar uma solução de selênio percebeu que havia uma tensão entre os eletrodos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, a partir de uma luz que surgia pelo efeito da luz solar.

O uso de energia solar por meio de painéis fotovoltaicos como uma forma de possibilidade de economia, surgiu como um aparelho imprescindível para a criação de um projeto eficaz, sendo este residencial ou não, o importante é a antecipação de seu uso como recurso natural, favorecendo o desenvolvimento sustentável (VILLALVA, GAZOLI, 2012).

Para Machado, Miranda (2014), sobre o emprego de energia advinda da luz solar, sendo essa fonte de calor ou quantidade de luz gerada, é considerada no momento atual como uma das possibilidades mais promissoras para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, assim como de novas demandas do mercado atual.

Partindo desse processo o uso de recursos naturais para que venha a ocorrer a geração de energia, causa danos ao meio ambiente, tornando-se necessária mudanças quanto as fontes de energia que possam suprir as fontes consideradas tradicionais. Em sendo o Brasil um potencial provedor de energia solar segundo o INPE (2017), é importante a utilização dessa em obras residenciais para pessoa de baixa renda.

Nesse entendimento o crescimento da utilização dos recursos oriundos do país como a energia solar, já em uso, irá contribuir para que as empresas alcancem suas metas. Para tanto Alves (2016), denominou de energia solar fotovoltaica a energia elétrica adquirida a partir da conversão de energia solar por meio de células solares, produzidas com uso de materiais semicondutores.

As células solares têm um material que absorve a luz que se encontra presente dentro da estrutura celular para concentrar fótons e elétrons livres produzidos por meio do efeito fotovoltaicos por ser a base de conversão da luz solar em energia (PARIDA et al, 2011). Todavia a célula fotovoltaica não acumula energia elétrica, ela apenas conserva um fluxo de elétrons situados em um circuito elétrico enquanto existir incidência de luz sobre a placa, esse fenômeno é denominado por Nascimento (2014), como efeito fotovoltaico.

Dessa maneira, é possível dizer que o objetivo desse estudo foi identificar a viabilidade de implantação da energia solar fotovoltaica em condomínio residencial para a população de baixa renda, com a implementação de energia com a finalidade de descrever os ganhos para sua instalação em edificações.

## **2.3. SISTEMA DE GERADOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO**

Em se tratando do sistema de gerador fotovoltaico, importante se faz contextualizar o seu processo histórico para melhor entendimento sobre sua origem. Sem dúvida é importante colocar em destaque os estudos realizados por Edmond Becquerel que em 1939 observou pela primeira vez o efeito fotovoltaico, ao mergulhar placas metálicas de prata ou platina num eletrólito, percebeu uma pequena diferença de potencial quando as placas eram expostas a luz.

Cerca de cinquenta anos depois, Hertz ao fazer experiências em células eletrolíticas, observou que quando expostas a incidência de luz ultravioleta, provocava

se uma ruptura do ar com uma menor diferença de potencial entre seus eletrodos e deduziu então que metais emitiam elétrons pela ação da luz (CABREZIO, 2008).

Em 1873, W. Smith observou capacidade de condução do selênio pelo efeito da luz. A partir desse descobrimento chamado fotocondutividade, Siemens projetou um fotômetro, dando ênfase ao fenômeno. Sete anos após, com o selênio Fritts construiu a primeira célula fotovoltaica, com aproximadamente 1% de eficiência (DEIVIDSON; KOMP, 1995).

Mas somente em 1954 foi apresentada a primeira célula fotovoltaica, que foi desenvolvida meio ano antes pelos cientistas da Bell Labs (Calvin Fuller e Gerald Pearson), tinha aproximadamente dois centímetros quadrados de área e eficiência de 6%, gerando aproximadamente 5 mW de potência. Por volta de 1956 as células fotovoltaicas começaram a ser produzidas industrialmente aproveitando novas soluções em microeletrônica e impulsionadas pela necessidade de se fornecer energia elétrica para regiões remotas (VALLÊRA, 2006).

Assim convergindo com o pensamento do autor referenciado as células fotoelétricas são feitas de material semicondutor (silício dopado), ou seja, é um material com características condutoras e isolantes. Diferentemente da maioria dos semicondutores, a célula utilizada na fabricação de equipamentos fotovoltaicos não utiliza a estrutura normal do silício, como no LED e diodos, para aumentar a condutividade elétrica do material é inserida uma fina camada de óxidos transparentes (SEGUEL, 2009).

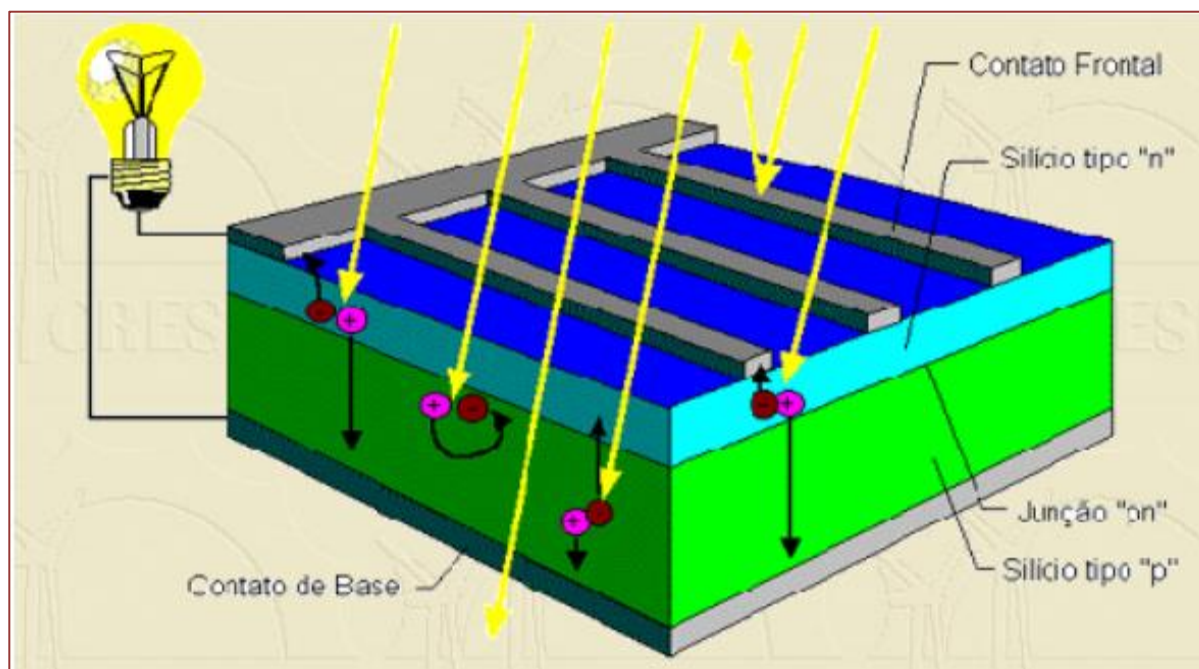
No silício a irradiação solar é convertida em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico, que consiste na geração de uma diferença de potencial elétrico através da radiação. Os LEDs possuem um grande potencial para dominar o mercado de iluminação pública. A economia de energia que pode ser proporcionada e a melhoria na qualidade da iluminação das cidades devido a seu alto índice de reprodução de cores já podem ser percebidas através das diversas instalações existentes ao redor do mundo.

Ainda segundo o autor referenciado o efeito fotovoltaico ocorre quando fótons (energia que o sol carrega) incidem sobre átomos (no caso átomos de silício), provocando a emissão de elétrons, gerando corrente elétrica. Este processo não depende da quantidade de calor, pelo contrário, o rendimento da célula solar cai quando sua temperatura aumenta. A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica.

Como o painel fotovoltaico dependente das condições atmosféricas, a utilização de equipamento que garanta o fornecimento de energia à carga durante períodos com falta de insolação e a noite é indispensável. No projeto do banco de baterias devem ser considerados dois parâmetros, a autonomia do sistema, que é o número de dias que a bateria pode suprir a demanda de energia sem a necessidade de carga pelos painéis fotovoltaicos, e a profundidade de descarga, que é o fator que determina a sua vida útil, devido ao número de ciclos de carga e descarga (NASCIMENTO, 2014).

Nesse sentido de acordo com Barata (2016), a composição de uma célula fotovoltaica (Figura 1), é um dispositivo elétrico de estado sólido com capacidade de converter a luz solar em fonte de energia.

Figura 1 – Composição de uma célula fotovoltaica



Fonte: Barata (2016)

Em algumas instalações fotovoltaicas nota-se um único painel formado por um grande número de módulos, mas, na verdade, podemos ter vários painéis, do ponto de vista elétrico. Quando a potência de um painel é muito grande, de tal maneira que as correntes elétricas geradas são demasiadamente grandes para os dispositivos de controle, é preferível subdividi-lo em painéis menores, que podem ser acomodados em uma estrutura única, e seus conectores serão levados a diferentes caixas de conexão, e daí para os dispositivos de controle correspondentes (BRITO, 2016).

Ainda com base no autor referenciado no trecho acima esse destaca que o sistema fotovoltaico é um processo onde ocorre a conversão da radiação solar em energia elétrica utilizando um conjunto de equipamentos para captura e absorção dos fótons, mesmo em dias nublados ou chuvosos, porém quanto maior for a radiação solar maior será a quantidade de eletricidade produzida.

Segundo Seguel (2009) a luz solar é composta de fótons, onde podem variar de diferentes comprimentos de ondas e podendo ser absorvidos ou refletidos, porém apenas os fótons absorvidos geram eletricidade. A luz solar incide sobre uma célula fotovoltaica, a energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que, então, ganham a capacidade de movimentar-se, que por sua vez, geram a corrente elétrica.

O sistema fotovoltaico envolve um agrupamento de painéis fotovoltaicos e de outros aparelhamento convencionais que poderão decompor, realizara transformação e/ou registrar a energia elétrica utilizada em casas populares nas mesmas condições de energia convencional. (NEO SOLAR ENERGIA, 2016). É importante ressaltar que o sistema fotovoltaico pode ser implementado como fonte de energia em um sistema semafórico. Dentre outros fatores, o projeto de um sistema fotovoltaico envolve a correta direção e inclinação dos módulos fotovoltaicos, disponibilidade de área para instalação, disponibilidade do recurso solar e da demanda a ser atendida.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia teve como premissa esclarecer as técnicas de pesquisa adotadas para a realização da pesquisa e obtenção dos resultados. São expostos nessa parte do trabalho o passo a passo dos principais fatores que determinaram a escolha do método e como foram feitas as coletas de dados e análise dos resultados

#### **3.1. MÉTODO DE PROCEDIMENTOS**

O método de procedimento segundo Lakatos e Marconi (2017), são as etapas concretas da investigação, com a finalidade restrita em termos de explicação geral dos fenômenos considerados menos abstratos. Em sua fala a autora afirma que o método descritivo apresenta como premissa a investigação de fatos, para que estes sejam descritos de maneira efetiva de acordo com os fatos analisados. Portanto, a proposta deste trabalho não é analisar ou validar esta metodologia e sim tê-la como suporte teórico para as reflexões propostas neste estudo.

#### **3.2. TIPO DE ESTUDO**

Foi realizado um estudo descritivo, exploratório, com abordagem qualitativa realizado a partir do levantamento do referencial teórico. Segundo Prodanov; Freitas (2016), a pesquisa descritiva expõe os fatos e fenômenos da realidade e a pesquisa exploratória buscando correlacionar para construção de hipóteses.

Para conseguir os resultados esperados optou-se por utilizar a metodologia qualitativa, a qual dará auxílio para esclarecer fatores importantes de variação do processo, levando a um maior entendimento da situação. A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica, particular, contextual e temporal entre o pesquisador e o objeto de estudo, sendo fundamental para dar significado às respostas (LAKATOS; MARCONI 2017).

A investigação qualitativa encontra-se mais direcionada à compreensão e descrição de fenômenos globalmente considerados. Desse modo, a revisão da literatura versa sobre a implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda. com uma apreciação ampla da literatura, contribuindo para discussões sobre procedimentos na verificação dos resultados de pesquisas, assim como reflexões sobre a realização de futuros estudos.

#### **3.3. COLETA E LEVANTAMENTO DE DADOS**

Nesta etapa foram colhidas as informações existentes e pertinentes ao desenvolvimento do trabalho em livros e artigos publicados e biblioteca online disponível ao público em geral, destacando os benefícios e as vantagens dos painéis fotovoltaicos residenciais passíveis de utilização, a determinação da demanda energética em condomínios residenciais para pessoa de baixa renda.

### 3.3.1. INSTRUMENTOS DE COLETA

Os instrumentos de coleta para o desenvolvimento desse estudo foram com base em bibliografias específicas, visando descrever o sistema de energia fotovoltaica e a instalação de painéis fotovoltaicos, em residências para pessoa de baixa renda. Em um segundo momento foram selecionados textos, artigos e teses que mostraram a realidade do uso de energia solar a partir do uso de energia fotovoltaica em residências. Foram priorizados materiais onde os autores e pesquisadores estiveram em campo, convivendo e presenciando o dia a dia nesse ambiente.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Do mesmo modo, Silva (2015), elenca que entre os incentivos e os desafios propostos como solução para o problema que envolve a construção sustentável, através do uso de fonte alternativa como geração de energia como a energia solar, que reduz os impactos ambientais, assim como grandes benefícios para a sustentabilidade (Quadro 1).

Quadro 1 – Benefícios da energia fotovoltaica em comparação as outras energias.

BENEFÍCIOS	
Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considera a energia renovável infinita;</li> <li>• Retorno econômico em 5 anos, a partir da implantação dos painéis fotovoltaicos;</li> <li>• Queda dos custos de maneira gradativa;</li> <li>• Comprovação do tempo de vida útil entre 25 e 30 anos;</li> <li>• Instalação facilitada</li> <li>• Não precisa de muito espaço;</li> <li>• Manutenção a partir de 6 meses</li> <li>• Grande possibilidade de uso</li> <li>• Ampla possibilidade de uso</li> <li>• Não polui o meio ambiente</li> <li>• Adequado para ambientes remotos e de difícil acesso</li> <li>• Benéfico ao meio ambientais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é energia sustentável</li> <li>• Elevado índice de poluente como (gás natural, petróleo, carvão mineral, xisto betuminoso e energia nuclear)</li> <li>• Sua fonte não renovável</li> <li>• Utilização de combustíveis fósseis</li> <li>• Exaustão da natureza estimado para algumas décadas</li> <li>• Causadores do efeito estufa</li> <li>• Mudança na aparência do imóvel.</li> </ul>

Fonte: CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, 2015.

Nesse sentido de acordo com Nascimento (2014, p. 7), tendo por base o exposto por Edmond Becquerel, em 1839, a energia solar fotovoltaica acontece “quando nos finais de uma estrutura de matéria semicondutora aparece uma diferença no potencial elétrico, por conta do encontro de luz com a célula.

As células são fabricadas com material semicondutor, isto ocorre entre fios condutores e isolantes, sendo o silício o semicondutor mais utilizado. Seus átomos se distinguem porque possuem quatro elétrons integrados, entre si desenvolvendo uma rede cristalina (WENDLING, 2011). Porém, com relação a falta de elétrons livres, o silício puro não é considerado um condutor de qualidade, ocorrendo a necessidade de adicionar fósforo e boro, para melhorar a condução de energia. A partir das palavras do autor referenciado é possível que se entenda que quando se adiciona átomos a partir de cinco elétrons de ligação dentre estes o fósforo. Nesse sentido, é importante pontuar que é possível substituir uma fonte alternativas de energia que apresenta limitações para o seu uso de origem técnica e econômica.

Tendo em vista a argumentação de Bayod-Rujula et al., (2013), um dos maiores desafios para o futuro do planeta é obter energia limpa em quantidade suficiente para que tenha possibilidade de debelar os efeitos do aquecimento global, para isso a resolução desse problema é a utilização de energia renovável.

Mediante os impactos ambientais, assim como as mudanças que vem ocorrendo no clima, o uso de energia tradicional passou a ser um dos maiores desafios da contemporaneidade, que é a preocupação com o fim dos recursos naturais, revelando-se uma grande preocupação com o meio ambiente, levando ao pensamento de buscar outras fontes alternativas de energia como um contribuinte para o desenvolvimento sustentável (COELHO, 2014, BRITO, 2016).

Analisando os fatos é fundamental que se destaque que a concretização da geração de energia fotovoltaica, vem sendo um dos fatores motivacionais o alto índice de radiação solar existente no Brasil. Tendo em vista a argumentação de Brito (2016), que elenca como um dos principais incentivadores do crescimento para utilização de módulos fotovoltaicos a publicação da RN 482/2012, que constituiu novos termos para a geração de energia solar no Brasil.

Tendo em vista a possibilidade do consumidor produzir a partir de sua própria iniciativa a energia para o seu consumo de forma limpa, esse obterá créditos junto a concessionária na redução do valor de sua consta de energia, sem que haja motivo para solicitação desse crédito. Sob essa ótica, quando ocorre o uso de energia solar para o próprio consumo, há redução no valor da energia utilizada (TEIXEIRA, CARVALHO, LEITE, 2011).

A utilização de energia renovável com painéis voltaicos proporciona vantagem para as empresas na construção de obras sociais desde que sua implantação seja em localidade que possua radiação solar suficiente. A energia fotovoltaica não faz uso de combustíveis, não são moveis. Mas em razão de sua estrutura ser apresentada em estado sólido, requer somente manutenção. No decorrer de seu funcionamento não produzem ruído acústico ou eletromagnético, não emitem nenhum tipo de poluição ambiental (VIANA, 2011).



Dessa maneira pode-se dizer que a energia solar é uma alternativa para o sistema construtivo, onde as empresas podem trabalhar em suas edificações a colocação dos painéis fotovoltaicos como fonte de energia alternativa. Para Nascimento (2014), ao realizar a conversão da radiação solar em eletricidade com uso de painéis fotovoltaicos em casas populares as organizações terão maior possibilidade de contribuir para com o meio ambiente através de uma construção sustentável, gerando energia limpa.

Outro fator importante para a utilização de energia limpa é a vantagem que se apresenta de se explorar pontos específicos da rede urbana, o que é corroborado por Rütter et al., (2015), quando esse enfatiza que ao se integrarem os painéis solares fotovoltaicos em zonas urbanas onde o pico de consumo noturno aumenta, estes locais tornam-se fonte de energia favorável.

No que se refere ao sistema fotovoltaicos implementados em residências populares para pessoa de baixa renda compreende-se que ocorre um grupamento de painéis e de outros equipamentos convencionais que, convertem, transforma e armazenam energia elétrica para que essa possa ser usada nas residências do mesmo modo que a energia convencional, ou seja, a fornecida pela concessionária local (MORAES, 2015). É importante ainda ressaltar que o sistema fotovoltaico pode ser implantado como mais uma alternativa de fonte de energia em residências locais, como alternativa de energia limpa.

Tendo em vista a argumentação do autor referenciado, esse processo permite que não sejam usados sistemas de armazenamento, como o de baterias que limitam a autonomia de produção e também reduzem a eficiência do sistema. Isso só aumenta o interesse das empresas que podem instalar sistemas fotovoltaicos em suas edificações favorecendo a demanda por moradia popular. Nesse sentido, os painéis solares fotovoltaicos integrados as edificações consentem que a geração de energia seja produzida próxima aos pontos de consumo, o que diminui os custos de distribuição e transmissão. Essa integração se torna vantajosa, haja vista que já é uma área construída e não irá comprometer outros ambientes afins (MACHADO, CORREA, 2015).

Na cidade de Manaus, já existem locais onde já foi implementado a energia solar com painéis fotovoltaicos, por ser uma fonte renovável de energia, implicando em benefício para os consumidores amazonenses, pois esse processo caracteriza redução nos custos de até 50% na conta de energia para essa demanda. Diante dos fatos apresentados considera-se essa uma das vantagens de uso de energia solar, outra vantagem é o tempo de vida útil do equipamento que é de aproximadamente de 25 a 30 anos, e sua manutenção é somente troca de inversor a cada 10 anos, e a retirada do pó a cada 6 meses, onerando apenas em 1% ao ano (Quadro 2).

Quadro 2 – Custo de instalação sistema fotovoltaico 1,98 kWpico

Item	Preço Unit. (R\$)	Valor total (R\$)
12 Painéis fotovoltaicos 15V 3 <sup>a</sup>	720,00	8.640,00
01 Controlador de carregamento 48Vcc 40 <sup>a</sup>	700,00	700,00
01 Inversor 48Vcc 400W	14.000,00	14.000,00
06 Baterias	500,00	3.000,00
Valor Total: 26.340,00		

De acordo com o apresentado no quadro 2, verifica-se que o custo de instalação do sistema fotovoltaico representa uma vantagem que será verificada no decorrer do tempo de uso, onde o retorno financeiro ocorrerá em 5 ou 6 anos, com a economia do uso de energia na residência. Com a instalação de energia fotovoltaica, o valor da tarifa é reduzido, que varia de acordo com o Estado Federativo, gerando um retorno anual de investimento de 10% a 30% (VIANA, 2011), (Quadro 3).

Quadro 3 – Valor médio para cada tipo de consumo residencial com base no consumo de equipamentos eletrônicos básicos.

Nível de Consumo	Pequeno	Médio	Grande
Potência do Sistema	2 kWp	4 kWp	8 kWp
Faixa do consumo mensal	250 a 350 kWh/Mês	550 a 660 kWh/Mês	1000 a 1100 kWh/Mês
Preço médio	R\$14.620,00	R\$24.340,00	R\$43.400,00

Considerando o que foi exposto os valores que no início passam a ser considerados com custo alto, tem a tendência de que a partir do avanço da tecnologia sofra redução de custos, desde que ocorra investimento em projetos governamentais sobre o uso de energia sustentável como a energia solar em obras residenciais. Esse tipo de energia tem um grande potencial de crescimento na geração de energia em residências sejam populares ou não, porque não vai incorrer em custos de transmissão de energia, haja vista que essa é uma realidade que vem crescendo no mercado em face da matriz energética brasileira e contribuindo para a construção sustentável na edificação de moradia para pessoa de baixa renda.

Considerando o exposto, apresenta-se os principais resultados obtidos para a relevância da pesquisa realizada no presente estudo de acordo com a (Tabela 1).

Tabela 1 – Principais resultados obtidos

Otimização da energia limpa	Uso em residências populares
Sustentabilidade	Pode ser utilizado pelo sistema construtivo
Baixo custo de manutenção	Baixo custo

A tabela 1 apresenta os resultados encontrados no desenvolvimento da pesquisa quanto ao uso de energia solar fotovoltaica em edificações de casas para pessoa de baixa renda. É uma energia limpa, renovável, e contribui para a sustentabilidade do país.

## 5. CONCLUSÃO

O escopo desse trabalho foi realizar um estudo sobre a implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda, a qual serve de subsídios para ao acadêmico do curso de engenharia civil. Com a análise das informações contidas nesse estudo é possível depreender que a energia solar é uma realidade em plena expansão, pois a busca por formas de energia sustentáveis não poluentes tornou-se uma necessidade global.

A energia solar é uma tecnologia que vem sendo usadas por países de primeiro mundo, e já ganhou espaço no mercado brasileiro, mesmo que seja considerado como um processo de custos elevados, apresenta a possibilidade de que em longo prazo, haja compensação do valor investido, visto que a implantação desse tipo de energia vem crescendo cada vez mais, e em um breve futuro apresentará ampla tendência para serem uma das maiores fontes de energia, podendo levar energia para qualquer parte, trazendo luz a lugares considerados mais remotos.

Nesse sentido, a inclusão de fontes renováveis na matriz energética brasileira se torna cada vez mais necessária, haja vista o aumento crescente da demanda de energia e a sua relação com a sustentabilidade. Assim, a energia fotovoltaica, se configura como uma importante fonte alternativa de geração de energia elétrica, por ter sua origem em uma fonte praticamente inesgotável, e por permitir a instalação de sistema de baixa e elevada potência, e por possibilitar a sua integração em áreas residenciais.

Partindo desse pressuposto é fundamental esclarecer que existem vários tipos de sistemas fotovoltaicos, diante disso é importante ainda apreender como cada um deles funciona e quais são os custos de instalação, para evitar gastos indevidos no momento de aquisição do produto. Assim, é imprescindível que seja verificado quais os modelos apropriados para o tipo de residência, sempre levando em consideração a eficiência do módulo fotovoltaico e seu custo.

É importante ainda enfatizar que na realização deste estudo foram levadas ainda em consideração a localização do empreendimento para identificar as possíveis dificuldades que por ventura viessem a ocorrer. Dentre estas foi identificada as condições do sombreamento causado por outras construções ao redor das residências, que podem interferir na energia captada pelos painéis fotovoltaicos. O local de instalação dos painéis também precisa ser analisado mais profundamente, pois o formato da cobertura pode apresentar inclinações, o que poderá alterar a elaboração do projeto para o uso de painéis fotovoltaicos.

Assim sendo, é fundamental pontuar ainda que, além do custo-benefício do uso de painéis fotovoltaicos para fornecimento de energia residencial, ele também impulsiona o uso de energia limpa, bem como economia de recursos não renováveis, além de ser viável economicamente.

Dessa maneira dando respostas aos objetivos foi identificado a viabilidade de implementação da energia solar fotovoltaica em condomínios residenciais para a população de baixa renda, sendo evidenciado ainda a eficiência e os custos de implementação desse tipo de energia.

Em se tratando da implementação de energia solar em edificações para a população de baixa renda, os benefícios econômicos apresentam a vantagem de oferecer uma energia sustentável que não polui o meio ambiente durante o seu uso, favorecendo assim o sistema construtivo. Diante dos fatos apresentados conclui-se que o sistema de

energia solar apresenta um custo-benefício favorável para as empresas construtoras que optam pelo uso desse sistema em suas obras, garantindo sustentabilidade e economia a população de baixa renda.

Nesse sentido discutir sobre a implantação da energia solar como fonte de energia sustentável em condomínio residencial para população de baixa renda, envolve o trabalho do profissional de engenharia civil, com enfoque no seu complexo processo de trabalho.

Sugere-se para trabalhos futuros uma análise mais aprofundada sobre o uso da energia solar fotovoltaica em projetos residenciais, a fim de se acompanhar de modo proximal toda a estratégia utilizada na implementação desse tipo de energia, particularmente no modo como essa contribui para a sustentabilidade, tema que vem sendo amplamente discutido no âmbito da construção civil.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, A.F. Energia Solar Fotovoltaica. Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, 2016.
- [2] BAYOD-RÚJULA, Á. A., HARO-LARRODÉ, M. E., MARTÍNEZ-GRACIA, A. Sizing criteria of hybrid photovoltaic-wind systems with battery storage and self-consumption considering interaction with the grid. *Solar Energy*, vol 98, pp 582–591, 2013.
- [3] BRITO, Osório de. A hora e a vez da geração distribuída. *CanalEnergia*, Rio de Janeiro, 13 mai. 2016.
- [4] CABREZIO, E. A. Instalaciones Solares Fotovoltaicas. ProgenSA, 2008.
- [5] DAVIDSON, Joel; KOMP, Richard J. *The New Solar Electric Home: The Photovoltaic How-to Handbook*. AATEC, Publications, 1995.
- [6] LAKATOS, Eva Maria MARCONI, Marina de Andrade. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2016
- [7] MACHADO, Karla Suzane Van-dall; CORREA, Nicoli. Análise do desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica em Curitiba. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- [8] MACHADO, C.; MIRANDA, F. Energia Solar Fotovoltaica: Uma breve revisão. *Revista virtual de química*. Niterói, RJ, vol. 7, n. 1, p. 126-143, 14, out. 2014
- [9] MEDEIROS, Virgílio Almeida; NARDI, Vivianne. *Casa sustentável*. Belo Horizonte: Viveiros, 2014.
- [10] MORAIS, Rafael Cancelli. Aplicação do fator de valor na avaliação do benefício associado às novas fontes renováveis. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Planejamento Energético, Pós-graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- [11] NASCIMENTO, Cássio Araújo do. Princípio do Funcionamento da Célula Fotovoltaica. 2004. 21 f. Monografia (Pós-graduação em Tecnologia) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Universidade Federal de Lavras, 2012. Disponível em: < [www.solenerg.com.br/files/monografia\\_cassio.pdf](http://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf) >. Acesso em: 24 nov. 2020.

- [12] NEO SOLAR. Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. 2016. Brasil. Disponível em: < <http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes> >. Acesso em: 19 nov. 2020
- [13] PARIDA, B.; INIYAN, S.; GOIC, R. A review of solar photovoltaic technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, p. 1625-1636, 2011.
- [14] PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 3ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2016.
- [15] RUTHER, R; JUNIOR, L; BITTENCOURT, A; DRUDE, L; SANTOS, I. Strategies for Plug-in Electric Vehicle-to-grid (V2G) and Photovoltaics (PV) for peak demand reduction in urban regions in a smart grid environment. In: RAJAKARUNA S., SHAHNIA F., GHOSH A. (eds) Plug in electric vehicles in smart grids. Power Systems. Springer, Singapore, 2015.
- [16] SÁ, Vinícius de Souza. Estudo de viabilidade de utilização de sistema de geração fotovoltaica conectado à rede no Brasil [manuscrito]: energia fotovoltaica no Brasil, 2016.
- [17] SILVA, R. M. Energia Solar: dos incentivos aos desafios. Texto para discussão nº 166. Brasília. Senado Federal, 2015.
- [18] TEIXEIRA, A; CARVALHO, M; LEITE, L. Análise de viabilidade para a implantação do sistema de energia solar residencial. 20p. Universidade de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2011.
- [19] VIANA, T. Energia Solar Fotovoltaica - Geração de Energia Elétrica a Partir do Sol, 2011.
- [20] VILLALVA, M.; GAZOLI, J. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo: Erica, 2012.
- [21] VALLÊRA, António M. Meio Século de História Fotovoltaica. 2006. 6 f. Departamento de Física e Centro de Física da Matéria Compensada (CFMC), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2006. Disponível em: < [solar.fc.ul.pt/gazeta.2006.pdf](http://solar.fc.ul.pt/gazeta.2006.pdf) >. Acesso em: 28 out.2020.
- [22] WEDLING, M. Semicondutores. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

# Capítulo 9

## *Análise das patologias dispostas na pavimentação rígida aplicada no distrito industrial da cidade de Manaus*

*Keivi de Souza Silva*

*Jeane Gabriele Colares da Fonseca*

*Igor Bezerra de Lima*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O pavimento rígido tem sua aplicabilidade em importantes cenários do transporte rodoviário do país, logo, os distritos industriais necessitam de pavimentações consistentes que atendam sua demanda e fluxo de carga. Logo, partindo desse pressuposto, as pavimentações rígidas exercem uma função primordial na indústria e no comércio das cidades, todavia, mesmo sendo pavimentações que possuem uma durabilidade maior, ainda é possível o surgimento de patologias. O presente estudo tem como objetivo analisar as patologias dispostas na pavimentação rígida aplicada no Distrito Industrial da cidade de Manaus. E especificamente, identificar as patologias encontradas nas ruas do Distrito Industrial de Manaus, pontuar as possíveis causas dos problemas de pavimentação encontrados, e ainda, evidenciar os benefícios e as vantagens da pavimentação em torno do Polo Industrial de Manaus. As metodologias de pesquisa utilizadas nesse trabalho são o estudo de caso e a pesquisa de campo. A coleta de dados foi realizada a partir de levantamento bibliográfico, visitas *in loco* e registro fotográfico. E para análise de dados, aplicou-se a análise descritiva e a análise de conteúdo. Os pavimento rígidos aplicados a cidade de Manaus, em específico ao Distrito Industrial, apresentam inúmeras falhas, sendo eles: a aplicação de pavimentação rígida somente em locais específicos, sem a continuidade em todas as áreas de grandes fluxos de cargas, a manutenção da pavimentação rígida não é efetiva, sendo que em muitos locais é feita a manutenção com pavimento asfáltico, e ainda, há prematuridade no surgimento de patologias decorrentes desse tipo de pavimentação. Quando se trata do Distrito Industrial de Manaus, o problema em si, não condiz a estrutura do pavimento rígido, mas o modo de aplicação, má qualidade e não continuidade do pavimento de concreto. Outro fator determinante, é o fato da aplicação do concreto ser realizada em lugares específicos, fazendo com que o pavimento rígido não mostre-se tão efetivo, contudo a durabilidade é percebida constantemente pelos carros e principalmente pela indústria de Manaus.

**Palavras-chave:** Infraestrutura, Patologias, Pavimento Rígido.



## 1. INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um assunto que está em pauta diariamente nos jornais, revistas e afins. Apesar disso, para que seja efetiva, devemos analisar a disposição das pavimentações nas grandes cidades brasileiras. Visto que, a pavimentação é a infraestrutura que proporciona conforto, acessibilidade, melhoria do saneamento básico, segurança, transporte, saúde e turismo.

Conforme o Departamento da Indústria da Construção (2017), a pavimentação rodoviária dispõe de várias combinações de técnicas e materiais, que dependerão do tipo de tráfego e de sua magnitude de cargas, dos materiais disponíveis na região e da ação climática sobre os materiais. São ressaltadas duas tecnologias que se diferenciam pelo material empregado nas camadas de rolamento dos pavimentos: a tecnologia asfáltica e a de concreto. As cadeias produtivas do asfalto e do cimento são distintas e têm características técnicas, aplicabilidade e custos diferentes.

Baseando-se nesse panorama, o estudo justifica-se na situação de que os distritos industriais necessitam de pavimentações consistentes que atendam sua demanda e fluxo de carga. Logo, partindo desse pressuposto, as pavimentações rígidas exercem uma função primordial na indústria e no comércio das cidades.

De acordo com dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes de 2015, somente 12,2% de 1.770.000 km de rodovias no Brasil são pavimentadas. As problemáticas variam desde a ausência da manutenção até o planejamento e pavimentação de rodovias, provocando altos custos econômicos decorrentes do transporte rodoviário. E, em contexto geral, gera uma elevação absurda no custo Brasil e a perda da competitividade do país, no que tange as tratativas do comércio exterior (FIESP, 2017).

Desse modo, é perceptível que durante a concepção de uma estrutura devem ser analisadas diferentes situações, que tem como escopo determinar a melhor solução para o projeto de pavimentação a ser elaborado. Assim, para que seja plausível indicar a melhor opção, são necessários amplos estudos sobre as variáveis tecnológicas existentes e o tipo de solo que será aplicado a pavimentação

O pavimento rígido tem sua aplicabilidade em importantes cenários do transporte rodoviário do país, apesar de que se comparado aos outros tipos de pavimentação ainda possui uma margem de 2 a 4%, e ainda que responsável pela mobilidade e infraestrutura dos polos industriais presentes nas regiões do norte, nordeste, sul e sudeste do Brasil (FIESP, 2017). Esse tipo de pavimento é composto por um revestimento de alta rigidez em relação às camadas inferiores, absorvendo relativamente todas as tensões providas (GUIMARÃES NETO, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as patologias dispostas na pavimentação rígida aplicada no Distrito Industrial da cidade de Manaus. E especificamente, identificar as patologias encontradas nas ruas do Distrito Industrial de Manaus, pontuar as possíveis causas dos problemas de pavimentação encontrados, e ainda, evidenciar os benefícios e as vantagens da pavimentação em torno do Polo Industrial de Manaus.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. PAVIMENTAÇÃO E TIPOS DE PAVIMENTOS

Segundo Bernucci (2010), afirma que o pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície, adquirida através da terraplanagem. Contudo, trata-se de um modo de uma disposição da engenharia que visa minimizar os custos e maximizar a qualidade, produzindo, então, segurança e conforto aos usuários da malha rodoviária.

Segundo a Normas Brasileira nº 7.207 de 1982, cancelada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, o pavimento é uma estrutura construída posteriormente à terraplanagem e destinada a resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego, aprimorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança da população, e ainda, resistir aos esforços horizontais, tendo mais durabilidade a superfície de rolamento (ABNT, 1982).

Nesse contexto, para que seja possível uma pavimentação faz-se necessário realizar a terraplanagem, com o intuito de alinhar não somente a área a ser pavimentação, mas dar estabilidade a partir da compactação do terreno. Nas palavras de Tavares et al (2005), o pavimento é composto por camadas, em que materiais de distintas resistências e deformabilidades são postos em contato, derivando daí um elevado grau de complexidade no que diz respeito ao cálculo de tensões e deformações.

Ainda de acordo com o autor, a pavimentação de vias, que se traduz por uma modificação da cobertura do solo, se explica na medida em que melhora a qualidade de vida dos habitantes de uma cidade no sentido de, aprimorar as condições de tráfego; aperfeiçoar as condições de acesso; proporcionar a implementação de novos serviços de limpeza urbana e coleta de lixo suficiente; reduzir o nível de poeira suspensa, reduzindo assim o número de consultas médico-hospitalares por doenças respiratórias; reduzir a poluição do solo, amortizando assim o fornecimento de partículas sólidas nos cursos de água; reduzindo a água potável usada para acalmar a poeira e lavar pisos, calçadas, veículos e roupas; avaliação imobiliária; aumentar o potencial de negócios das empresas locais (TAVARES ET AL, 2005)

Em outros termos, pode-se afirmar que as pavimentações têm a função de dispor para sociedade a mobilidade urbana e gerar atributos básicos da dignidade humana. Ou seja, a disposição de vias dá ao indivíduo acesso ao saneamento básico, a moradias mais valorizadas, aumento de potencial econômico através da comercialização de produtos e serviços, transporte público e particular, acessibilidade aos locais de serviços essenciais, sejam escolas, hospitais, shoppings, entre outros.

Além disso, o pavimento proporciona uma melhor condição de rolamento, isto é, a população que utiliza o transporte público e privado tem conforto, economia e segurança quando dispõe de uma rua em perfeitas condições de pavimentação, já que o pavimento, propriamente dito, é uma estrutura resistente ao clima e aos veículos (BERNUCCI ET AL, 2008).

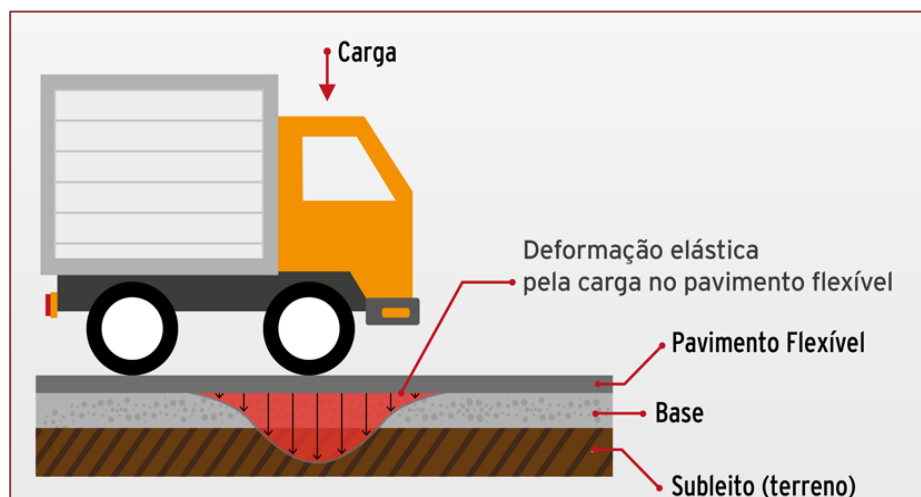
De acordo com o Manual de Pavimentação de 2006, os pavimentos podem ser classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos.

Os pavimentos flexíveis são pavimentações que possuem elasticidade e têm impacto em todas as camadas estruturais. Logo, quando exposto a pressão exercida pela carga dos veículos na superfície o impacto se alastra em todo o contexto da superestrutura. Essas estruturas, em geral, são formadas por blindagem asfáltica, base

granular ou solo predregulhoso, sub-base, reforço do subleito e regularização do subleito (que mesmo não sendo uma camada, é fundamental para estruturação do tipo de pavimento) (DNIT, 2006).

De acordo com a figura 1, é possível observar que a pavimentação flexível necessariamente precisa ser estruturada, pois quando há a presença da carga, a pressão é exercida por todas as estruturas, devidamente compactada.

Figura 1 – Pavimento Flexível.



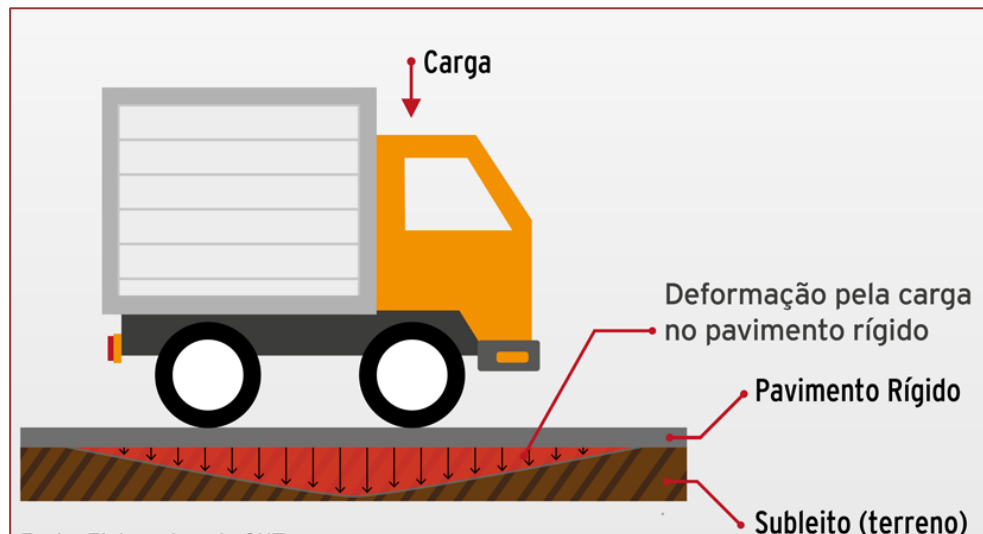
Fonte: Confederação Nacional de Transporte, 2017.

Quando se trata do pavimento semirrígido, a cobertura asfáltica fica sobreposta sobre a camada rígida, em que a base e a sub-base possuem materiais cimentados que são resistentes à tração. Esses pavimentos são conhecidos por serem compostos de revestimento asfáltico e uma camada composta por material ligante hidráulico (BALBO, 2007). Nesse contexto, pode-se afirmar que os pavimentos semirrígidos são um intermédio entre pavimentos rígidos e flexíveis.

Já o pavimento rígido, de acordo com Balbo (2016) é feito de concreto, o que proporciona uma seguridade maior a esse tipo de pavimento. Visto que, quando há pressão da carga, essa pressão é distribuída de modo igualitário em toda a dimensão da placa de concreto, o que gera mínimos esforços verticais gerados sobre o subleito. Como podemos visualizar na figura 2.

De acordo com a figura 2, quando há tensão da carga sobre o pavimento rígido o campo de tensão se mostra disperso, sendo requerido menos manutenção. Contudo, vale ressaltar que as placas de concreto possuem características que incluem o uso de juntas de retração, que são estruturas de ferro que reforçam a resistência do concreto.

Figura 2 – Pavimento Rígido.

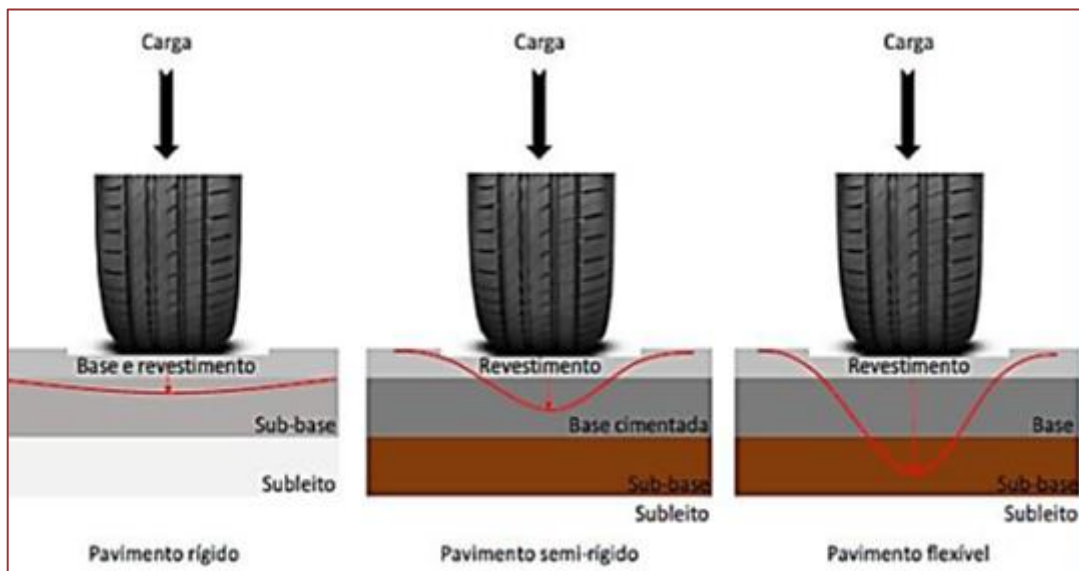


Fonte: Confederação Nacional de Transporte, 2017.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a durabilidade de uma via está nitidamente conexas às condições da estrutura do solo e da pavimentação. A partir disso, quando relacionada a atividade presente na construção civil dispõe-se de três características essenciais: o projeto construtivo que explicita as camadas do solo, as condições geoclimáticas e o fluxo de tráfego que a rodovia irá receber; a implantação do projeto de acordo com o tipo de pavimentação ideal; e por fim, o tipo de manutenção que a via terá, para que então possa prevenir e corrigir possíveis problemas decorrentes do pavimento (VEDACIT, 2010).

Logo, para que seja possível a compreensão dos impactos de cada tipo de pavimentação, vide figura 3.

Figura 3 - Distribuição de tensões nos diferentes tipos de pavimento.



Fonte: Anastácio Neto, 2019

Conforme observado na figura 3, na qual, considera-se que as linhas vermelhas representam o impacto causado pela carga na estrutura do pavimento, os pavimentos rígidos possuem impacto apenas na sub-base, já no pavimento semirrígido o impacto da carga é notado na base cimentada, e o pavimento flexível têm toda sua estrutura movimentada.

Conforme Salour (2015), a armação do pavimento é construída com o escopo de difundir as tensões e deformações alteradas pelo tráfego a extensão de suas camadas, até um nível de magnitude que cada material ou base constituinte que essa estrutura consiga tolerar. De tal modo, pode-se afirmar que um pavimento é falho quando as deformações constantes são excessivas e/ou ocorre trincos e rachaduras na superfície do revestimento, isto é, nos pontos de tensões em que o pavimento não suporta o peso dos veículos.

Ainda de acordo com Salour (2015), o desempenho estrutural dos pavimentos em regiões frias pode ser consideravelmente afetado pela variação de fatores ambientais, como temperatura e teor de umidade. Tais fatores, influenciam diretamente na capacidade estrutural e funcional do pavimento que, como resultado, podem acelerar o surgimento de patologia e então, a deterioração do pavimento.

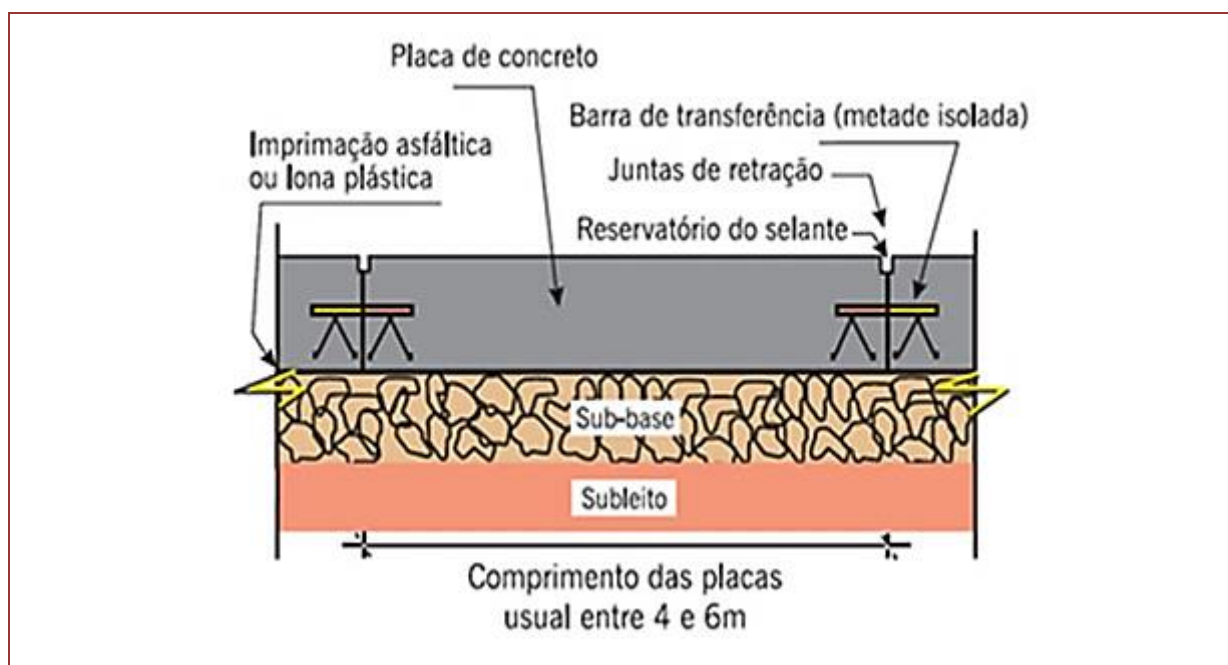
Contudo, é necessário enfatizar que atualmente têm-se pensado novas maneiras de pavimentação, que contemplam um modelo sustentável, que visam a reciclagem, reaproveitamento de materiais, permeabilidade e exclusão de níveis poluentes. O então, chamados, pavimentos sustentáveis. Todavia, poucas rodovias recebem esse tipo de pavimentação.

## **2.2. PAVIMENTO RÍGIDO E SUAS CARACTERÍSTICAS**

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), o pavimento rígido é uma pavimentação em que o revestimento apresenta uma rigidez maior em relação à camada subjacente, portanto, absorve todo o estresse causado pela carga aplicada ao solo. Pode-se citar, logo, o piso de concreto de cimento Portland, onde a camada de concreto atua como revestimento e fundação.

Segundo Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012), o pavimento rígido tem longa vida útil (contemplando mais de 20 anos) e requer menos manutenção, pois é composto por laje de concreto de cimento Portland-CCP, que pode ser armada com ou sem armadura. Esse tipo de piso tem melhor durabilidade, pois o revestimento é uma camada com alta rigidez, por isso absorve a maior parte das tensões geradas pela carga sem causar deformação excessiva (DNIT, 2006). Conforme podemos visualizar na figura 4.

Figura 4 – Estrutura do pavimento rígido



Fonte: Bernucci, 2010.

Conforme a figura 4, a estrutura compreende em uma placa (laje) de concreto de cimento Portland, denominada base, simples ou armada, geralmente apoiada sobre uma camada de representa a sub-base, granular ou tratada, o que está diretamente assentada sobre o subleito.

De acordo com o Site Mapa da Obra (2020, p. 01), a pavimentação rígida ainda promove outras vantagens, tais como:

- a) Não tem risco de aquaplanagem;
- b) A superfície com essa pavimentação se mantém sempre seca e drenada;
- c) Possui uma melhor visibilidade por meio de reflexão e economize 30% nos custos de iluminação pública;
- d) Proporciona a redução de custos operacionais do veículo (suspensão, freios e pneus);
- e) Não se deforma durante a frenagem e aceleração.
- f) A temperatura da superfície da calçada é reduzida em até 14°C;
- g) Promove um conforto de rolamento
- h) Melhor custo-benefício que outro modelos de pavimentação.

De acordo com o Conselho Nacional de Transporte (2018), somente no Brasil, o pavimento rígido corresponde a 12,4% da malha rodoviária, o que se pode afirmar que sua expansão não acompanha o ritmo de crescimento da frota rodoviária. Todavia, ainda de acordo com o órgão, maior parte da implantação desse tipo de pavimento ocorre nas proximidades de portos, aeroportos e distritos industriais, isto é, em áreas que demandam grandes fluxos de cargas.



Em conformidade,, Silva e Carneiro (2014), destaca-se dentre os diversos tipos de pavimentos de concreto com cimento Portland, esses:

- a) Pavimento de Concreto Simples: consiste em lajes de concreto simples separadas por serras ou juntas moldadas, que pode ou não ter equipamento de transferência de carga;
- b) Pavimento de Concreto com Armadura Descontínua: Seu projeto de armadura é projetado especificamente para resistir às fissuras causadas pela retração do concreto. As barras de reforço costumam ser colocadas 5 cm abaixo do solo e em todas as costuras longitudinais e transversais da calçada, portanto, o termo "descontínuo" é utilizado;
- c) Pavimento de Concreto Continuamente Armado: construído com barras de aço longitudinais contínuas, não há retração horizontal ou juntas de dilatação. Geralmente é usado em projetos de pavimentação de aeroportos;
- d) Pavimento de Concreto Estruturalmente Armado: na estruturação contém cortinas e divisórias de aço, separadas na parte superior e inferior das placas de madeira. A principal função do aço é resistir ao estresse de tração causado pela carga;
- e) Pavimento de Concreto Protendido: especialmente usados para pistas industriais pesadas e pisos de aeroportos. Na qual, a espessura do concreto é bastante reduzida;
- f) Pavimento de Concreto com Fibras: fibras de aço ou polímero são adicionadas à laje de concreto no piso. Além de garantir maior ductilidade, apresenta maior resistência a trincas, resistência ao desgaste e resistência ao impacto;
- g) Whitetopping: Basicamente, o pavimento de concreto é construído sobre pavimento asfáltico. É uma solução para reparar pavimentos asfálticos existentes que já apresentam patologias.

O pavimento de concreto tem como características a existência ou não de armaduras em sua constituição. Em cada caso, previamente estudado, é possível definir a escolha mais adequada para a pavimentação.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

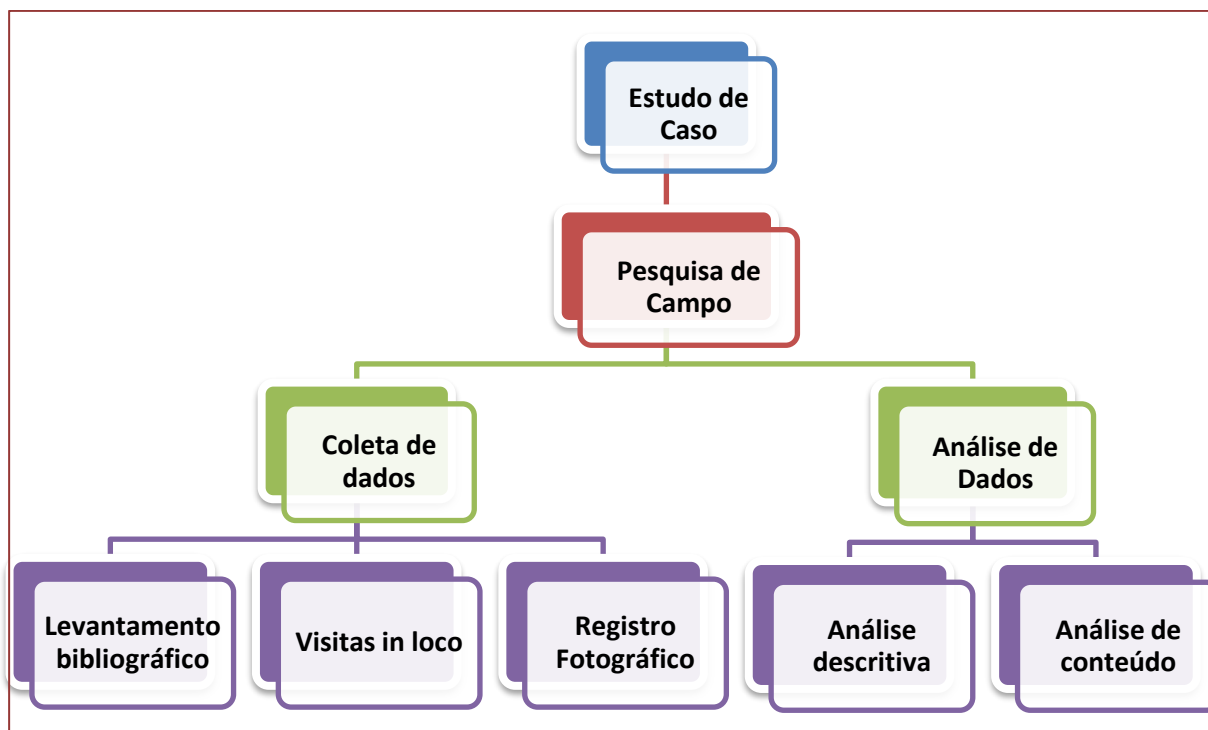
As metodologias de pesquisa utilizadas nesse trabalho são o estudo de caso e a pesquisa de campo. Conforme Gil (2010) o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa que consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, ou tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.

Quanto às abordagens, são de cunho qualitativo (descreve informações que se baseiam em impressões, opiniões e pontos de vista) (GIL, 2010). Logo, pode-se afirmar que esta pesquisa qualifica e descreve a problemática baseadas em coleta de dados.

A pesquisa teve início em agosto de 2020 e finalizou novembro do mesmo ano. O processo de coleta de dados para realização desta pesquisa atende um fluxograma.

Conforme o fluxograma disposto na figura 5, a coleta de dados foi realizada a partir de levantamento bibliográfico (a respeito de teóricos que tratam da temática), visitas à áreas do Distrito Industrial de Manaus (especificamente em áreas de pavimentação rígida) e registro fotográfico. E para análise de dados, aplicou-se a análise descritiva e a análise de conteúdo.

Figura 5 – Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2020.

A análise descritiva permite que se compreendam os eventos em tempo real. Logo, é indicada para visualizar os dados e entender o impacto no presente no âmbito de estudo, mas sem fazer relação com o passado ou o futuro (MARTINS, 2017). A análise descritiva representa um conjunto de técnicas que têm por finalidade descrever, resumir, totalizar e apresentar os dados de pesquisa. Sendo assim, serão descritas através dos dados obtidos durante as visitas in loco, registros fotográficos e observações diretas.

Para serem analisados e interpretados posteriormente os dados, a análise de conteúdo, em que se correlaciona o conteúdo do material analisado com a base teórica referencial (ZANELLA, 2013). E ainda, a partir da análise da realidade vivenciada pelo autor em relativa ao que foi compreendido a partir da pesquisa bibliográfica.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com Rodrigues e Greco (2020), devido à pouca utilização do pavimento rígido, as equipes construtivas no Brasil em geral têm pouco conhecimento a respeito do seu método executivo. Isso faz com que ocorram patologias que aparecem um pouco depois da execução ou durante a utilização do pavimento pelos veículos. Assim, há retrabalho, maiores custos e impacto no cronograma da obra.

Nesse ensejo, os pavimentos rígidos aplicados na cidade de Manaus, em específico ao Distrito Industrial, apresentam inúmeras falhas, sendo elas: a aplicação de pavimentação rígida somente em locais específicos, sem a continuidade em todas as áreas de grandes fluxos de cargas, a manutenção da pavimentação rígida não é efetiva, sendo que em muitos locais é feita a manutenção com pavimento asfáltico, e ainda, há prematuridade no surgimento de patologias decorrentes desse tipo de pavimentação.

Conforme pode-se observar na figura 6, o pavimento rígido é aplicado em determinadas localidades, não considerando a continuidade da pavimentação em áreas de circulação de caminhões de cargas e fluxo contínuo de carretas.

Figura 6 – Implantação de pavimento rígido no Distrito Industrial de Manaus.



Fonte: Próprios Autores, 2020.

As patologias em pavimentos rígidos podem ser estruturais ou funcionais. As patologias estruturais afetam a capacidade do pavimento em suportar cargas do tráfego. As patologias funcionais são aquelas que afetam a segurança e as condições de dirigibilidade do pavimento, colocando em risco o usuário. Exemplos desse tipo de patologia são: rugosidade, o polimento da superfície, ruído e os defeitos da superfície (RPDRIGUES; GRECO, 2020).

O trecho da figura 7, refere-se ao cruzamento da Avenida Abiurana com a Avenida Buriti, que compreende a pavimentação de concreto armado especificamente na rotatória e nas iniciais das vias, como podemos reafirmar na figura 7, abaixo.



Figura 7 – Rotatória/Cruzamento entre a Av. Abiurana e Av. Buriti, Distrito Industrial de Manaus.



Fonte: Próprios Autores, 2020.

Conforme Vizzoni (2014), embora o concreto simples ou armado seja muito utilizado na construção civil e tenha suas técnicas construtivas dominadas, a aplicação desse material em pavimentos de rodovias não tem grande frequência de utilização, o que faz os problemas serem vistos em menor tempo e sendo mais preocupante. Ainda de acordo com o autor, é comum que o pavimento rígido seja em locais limitados como rotatórias e cruzamentos, no quais os veículos ficam maior parte do tempo parados.

A figura 8 dispõe da patologia de fissuras lineares por acomodação de concreto, isto é, são fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de "placa dividida".

Figura 8 – Fissuras lineares



Fonte: Próprios Autores, 2020.

De acordo com Vitória (2016), estas fissuras têm o sentido transversal da placa e são provocadas pela retração hidráulica ou por perda d'água. Elas somente aparecem depois de o concreto ter endurecido, sendo que, para a sua formação, é necessário o dispêndio de uma grande energia, razão porque estas fissuras apresentam uma pequena abertura, que raramente ultrapassa 0,5 mm. De uma maneira geral, estas fissuras costumam abranger toda a espessura da placa.

Já a figura 9, trata do desnível de pavimento – acostamento, isto é, devido a pavimentação rígida estar em desnível a pavimentação flexível ao lado, diferem-se o grau de elevação, visto que a pavimentação flexível tende a elasticidade, colaborando para causa de defeito na qual é derivada da falta de compactação do solo, antes da aplicação da pavimentação.

Figura 9 – Desnível pavimento – acostamento



Fonte: Próprios Autores, 2020.

De acordo com Vitoria (2016), a causa deste defeito advém da deficiência de compactação das camadas do acostamento, bombeamento dos finos do acostamento, a maneira distinta como trabalham os materiais do acostamento (asfalto) e do pavimento (concreto) ou até mesmo a deficiência na selagem da junta.

Nesse contexto, percebe-se que a problemática em torno do pavimento de concreto do Distrito Industrial de Manaus baseia-se não somente na estrutura com que estes pavimentos foram construídos, mas com a falta de continuidade em todas as áreas do polo industrial, que recebe elevados números de cargas. Logo, pode-se afirmar que as patologias que atingem os pavimentos flexíveis, de algum modo, também agridem a estrutura do concreto, que não recebe nenhum preparo do solo para sua edificação.

A figura 10, refere-se a placa dividida, que é quando a placa de concreto se divide em quatro partes ou mais.

Figura 10 – Placa dividida



Fonte: Próprios Autores, 2020.

De acordo com Silva e Albuquerque (2017), a placa que apresenta fissuras, dividindo-a em quatro ou mais partes, ocorrem por deficiência no suporte da fundação do pavimento, tais deficiências acontecem geralmente na sub-base do pavimento desnivelando-a e afetando as placas, ocorre também devido ao subdimensionamento da espessura do pavimento e fadiga do concreto.

Já a figura 11, podemos observar os remendos, que não se trata de uma patologia, mas de uma correção de defeitos que é realizada com asfalto, no intuito de selar as partes com rachaduras e nivelar a passagem de nível.

Figura 11 – Remendos para selar rachaduras e passagem de nível



Fonte: Próprios Autores, 2020.



De acordo com o CNT (2018), os remendos nesse contexto, ocorrem para preencherem uma ou mais camadas de pavimentação. Embora a atividade de conservação, é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade e por impactar o conforto no rolamento. A deterioração de remendos é o conjunto de danos existentes em uma área de remendo. Suas principais causas derivam da carga do tráfego, do emprego de material de má qualidade ou da má construção.

Contudo, a aplicação dos pavimentos rígidos possuem grande benefícios para o polo industrial de Manaus, dentre algumas delas, a viabilidade econômica, que mesmo sendo um custo maior, o tempo de durabilidade compreende em até 20 anos, a resistência para o recebimento de carga, considerando o fluxo do distrito industrial, a disponibilidade de materiais e a capacidade desta pavimentação de se adequar a diferentes funções estruturais.

Portanto, A identificação, avaliação e recuperação de tais defeitos nos pavimentos é de fundamental importância, faz-se necessário buscar a eficácia nos projetos e eficiência nos processos que englobam a construção de rodovias de pavimentos de concreto,

## 5. CONCLUSÃO

A pavimentação de rodovias é muito importante para o desenvolvimento econômico de um país. Sendo ainda mais importante que a escolha da pavimentação seja feita pensando nos benefícios que a pavimentação proporciona para o local e desenvolvimento socioeconômico da população local.

Quando se trata do Distrito Industrial de Manaus, o investimento público na pavimentação ainda é de muita escassez, se comparado ao retorno financeiro que as indústrias causam ao crescimento da cidade, as realidades teriam que ser maiores de pavimento rígido, que flexível.

A percepção tida com esta pesquisa, é que o problema em si, não condiz a estrutura do pavimento rígido, mas o modo de aplicação, má qualidade e não continuidade do pavimento de concreto. Outro fator determinante, é o fato da aplicação do concreto ser realizada em lugares específicos, fazendo com que o pavimento rígido não mostre-se tão efetivo, contudo a durabilidade é percebida constantemente pelos carros e principalmente pela indústria de Manaus.

As patologias descritas neste estudo são mínimas se comparados a outros estudos no restante do Brasil, logo, o resultado presente refere-se a falta de qualidade na hora da estruturação da pavimentação. Que analogicamente, se aplicada de modo correto e contínuo, será efetiva para a população que utiliza a área do Distrito Industrial, seja pelo transporte de carga ou até mesmo transporte público.

No entanto, embora a vida útil do pavimento rígido seja mais longa em comparação com o pavimento flexível, manifestações patológicas irão aparecer, seja durante a construção ou no uso contínuo do pavimento. Porém, em alguns casos, erros de projeto, implementação ou falta de manutenção podem levar a manifestações patológicas que reduzem a qualidade da via e encurtam a vida útil dessas estruturas, exigindo muito pouco tempo para reparos, antes mesmo de o fluxo ser liberado.

Portanto, a abordagem ao tema patologia é relevante, pois as obras rodoviárias estão suscetíveis a eventuais erros na execução de atividades e processos além da possibilidade de ocorrência de patologias relacionadas as condições ambientais e aumento do volume de tráfego e transporte de cargas.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANASTÁCIO NETO, Paulo Vitor. Avaliação funcional de um trecho da rua Francisco Vicente Ferreira pelos métodos do IGG e do PCI. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2019.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Pavimento de concreto é a melhor alternativa para rodovias. ABCP, 2012. Disponível em: <<https://abcp.org.br/imprensa/banco-de-pautas/pavimento-de-concreto-e-alternativa-para-melhoria-das-rodovias/>>. Acesso em: 25 nov 2020
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7207: Terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.
- [4] BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- [5] BALBO, JOSÉ T. Pavimentação Asfáltica. 3ª ed. Oficina de Textos, 2016.
- [6] BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Petrobrás: ABEDA. Rio de Janeiro, 2008;
- [7] CAVALET, Victor N.; LUVIZÃO, Gislaíne; NIENOV, Fabiano A.; ZAMPIERI, Lucas Q. Análise comparativa do custo-benefício entre pavimentos flexíveis em concreto asfáltico e pavimentos rígidos em concreto de cimento Portland aplicado em rodovia de alto tráfego. XXXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET. Balneário Camboriú, 2019.
- [8] CONSELHO NACIONAL DE TRANSPORTE. Somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada. CNT, 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada>. Acesso em: 22 nov 2020.
- [9] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006.
- [10] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Glossário de termos técnicos rodoviários. Diretoria Geral. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. - 2. ed. – Rio de Janeiro, 2017.
- [11] FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Departamento da Indústria da Construção. Pavimento de vias no Brasil: infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação / FIESP. – São Paulo: FIESP, 2017
- [12] GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [13] GUIMARÃES NETO, Guilherme Loreto. Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade da Amazônia, Belém, 2011.

- [14] LANDIM, Alex Iury Vidal; ABREU, Alexandra Amador de; LANDIM, Aurélia Emanuela de Freitas Gonçalves; SOUSA, André Albino de; NETO, Dário Oliveira; NOVÍSSIMO, Wellerson Lucas Martins. Análise comparativa de viabilidade técnica e econômica entre as pavimentações rígida e flexível. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 05, Ed. 06, Vol. 07, pp. 14-27. Junho de 2020.
- [15] MARTINS, Everton. Análise de dados: o que é, metodologia e tipos de análise. *Mettzer*, 2017. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/analise-de-dados/>>. Acesso em: 15 nov 2020.
- [16] SANTOS DE LIMA, Italo Gabriel. Implantação de um pavimento rígido na rotatória da Suframa em Manaus/AM. *Revista Científica Semana Acadêmica*. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<https://semanaacademica.com.br/artigo/implantacao-de-um-pavimento-rigido-na-rotatoria-da-suframa-em-manusam>>. Acesso em: 25 nov 2020.
- [17] MAPA DA OBRA. Pavimento rígido: solução para corredores de ônibus. *Mapa da Obra*, 2016. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/pavimento-rigido-para-corredores-de-onibus/>>. Acesso em: 15 nov 2020.
- [18] RODRIGUES, Victor Braga; GRECO, Jisela Aparecida Santanna. Estudos sobre a recuperação de patologias em pavimentos rígidos. *Revista Mirante*, Anápolis (GO), v. 13, n. 2, dez. 2020.
- [19] SALOUR, F. Moisture influence on structural behaviour of pavements: Field and Laboratory Investigations. Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2015.
- [20] SILVA, José Eudes Marinho da; CARNEIRO, Luiz Antonio Vieira. Pavimentos de concreto: histórico, tipos e modelos de fadiga. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 31, p. 14-3, 2014. Disponível em: <[http://rmct.ime.eb.br/arquivos/revistas/RMCT\\_3\\_tri\\_2014.pdf](http://rmct.ime.eb.br/arquivos/revistas/RMCT_3_tri_2014.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2020.
- [21] SILVA, Lucas Matheus Tenório Ramalho da; ALBUQUERQUE, Carlos Leonardo Maia Lins de. Patologias em pavimentos de concreto simples. Centro Universitário CESMAC. Maceió, 2017.
- [22] TAVARES, Luiz Ronaldo Starling, et al. Pavimentação urbana: orçamento e custos. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. 1. ed. - Brasília: CONFEA/CREA, 2005.
- [23] VEDACIT. Manual técnico: recuperação das estruturas. 49<sup>a</sup> ed. São Paulo, 2010.
- [24] VITÓRIA, Pedro Ivo Saraiva Vitória. Métodos de reparos de fissuras em pavimentos rígidos em sítios aeroportuários. UFRJ/ Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2016.
- [25] VIZZONI, R. Pavimento de concreto: solução sustentável. Rio de Janeiro: ABCP, 2014.
- [26] ZANELLA, Liane Carly Hermes. Metodologia de pesquisa. 2. ed. reimp. Departamento de Ciências da Administração/UFSC. Florianópolis: 2013.

# Capítulo 10

## *Sistemas de proteção para edificações contra descargas atmosféricas e surtos atmosféricos*

*Joel Beleza Almeida*

*João Rubem da Cunha Oliveira Junior*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** A presente pesquisa se propõe a realizar um estudo, sobre as descargas atmosféricas, afim de demonstrar como podemos fazer para proteger uma edificação das descargas e dos surtos atmosféricos. E tem como objetivo enfatizar a importância de um bom sistema de proteção, com isso estaremos discutindo nesse artigo alguns desses mecanismos, como o sistema SPDA e suas descidas, o DPS e sua aplicação e o Disjuntor Residual. Vamos abordar de maneira sucinta os métodos de construção e um bom SPDA, uma boa malha de aterramento, a montagem dos DPS e disjuntores residuais os DR, trataremos como acontecem os surtos atmosféricos e surtos nas redes elétricas, seguindo todos os preceitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015. Nesse sentido, são utilizados como referencial teórico, trabalhos de autores renomados nas áreas relacionadas ao tema abordado, como também artigos publicados para dar mais veracidade ao artigo. Como abordagem principal será mencionada maneiras de como usar esses meios de proteção para uma edificação de 14 pavimentos, sendo esta edificação um local imaginário, mas contendo todo tipo e situações que possam servir de base para a instalação desses mecanismos e suas utilidades para a segurança das pessoas e do local. O estudo em questão foi elaborado com uma método de pesquisa bibliográfica e literária, com embasamento principal na Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015 e NBR 5410/2017. Com objetivo alcançado foi indicado com quais equipamentos serão necessários para proteger uma edificação contra surtos atmosféricos.

**Palavras-chave:** Descarga atmosférica, surtos, spda, dps, dr.

## 1. INTRODUÇÃO

As Descargas Atmosféricas são grandes causadoras de distúrbios nas redes de distribuição e nas terminações elétricas que acontecem dentro das edificações, podem causar distúrbios nos quadros de distribuição internos das edificações, assim como, em todos os equipamentos eletroeletrônicos que estão ligados na rede elétrica no momento do surto, sendo os mais graves os danos físicos às edificações ou às pessoas e animais que a elas estejam submetidas. "Quando uma descarga atmosférica atinge diretamente uma edificação, além dos problemas que podem causar nos equipamentos eletrônicos, existe também o risco de morte de seres vivos e o comprometimento da estrutura da edificação" (PATRÍCIO, 2016, p. 2).

Como forma de amenizar seus efeitos, foi criado o SPDA que é o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Esse sistema visa basicamente redirecionar a descarga elétrica de um raio à Terra, sendo esse raio conduzido através de cabeamento ou simplesmente sendo introduzido na estrutura metálica da edificação, tendo assim uma dissipação mais rápida e mais bem distribuída. Segundo Machado, (2008, p.132), "a função do aterramento é proporcionar uma referência comum para as tensões do sistema. A Terra, por apresentar o mesmo potencial em todos os pontos sob condições normais, pode ser considerada o potencial neutro ou zero, em relação ao qual se mede todas as outras tensões". Os distúrbios na rede, já mencionados, se dá pela descarga de uma elevada tensão de raios, que ao atingir a rede cria uma indução nos cabos de rede indo direto para um referencial de terra mais próximo, esse evento pode ser chamado também de surto atmosférico e esse surto, é uma elevação de tensão que podem atingir até centenas de Kv (kilovolts) em redes de transmissão e distribuição.

Ao longo das redes de distribuição são usados mecanismos para absorver parte desse impacto dos raios na rede, podemos citar os cabos de guarda que ficam ao longo da rede e na parte de cima, descida de cabos terra em cada poste ou torre de sustentação das redes, para raios de alta tensão, média tensão e de baixa tensão, e nas edificações temos a estrutura de SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) mas ainda existem outras formas de proteção.

Além dos danos que o surto faz a rede elétrica, os raios podem causar, também, danos físicos às estruturas das edificações, criando patologias e muitas vezes danos irreparáveis, quando estas não estão devidamente protegidas e sofrem contato direto com a descarga de um raio. Segundo Patrício (2016, p.18), "o SPDA deve ser projetado de acordo com o tipo de edificação e sua localização. A finalidade é proteger a edificação contra as descargas atmosféricas diretas, as quais podem comprometer a rigidez estrutural da edificação e até provocar incêndios e esta faz a dispersão da energia no solo a seu redor".

Será abordado nesse artigo os métodos de aplicação dos para-raios, a forma adequada da instalação de SPDAs (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), construção de descida tanto estrutural quanto via cabo nu, trataremos da eficiência dos dispositivos de proteção contra surtos e descargas provenientes de raios. Os estudos serão direcionados a dois métodos de captação de raios que são o Método de Franklin e o Método de Faraday apesar de existirem outros métodos nos concentraremos apenas nesses dois, já nos quadros de distribuição internos das edificações vamos nos ater ao estudo dos DPS's (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto) e dos DR (Disjuntores Residuais), explicando a sua funcionalidade e seus objetivos. Para Fergütz (2019, p.3), é necessário pois,



Assim também aumenta a segurança contra descarga por toques nos equipamentos e se pode usar a corrente de retorno como sinal de proteção contra o desequilíbrio ou a presença de harmônica de sequência zero. Pelo fato da impedância de retorno ser fixa, e conhecida, a detecção de anomalia torna-se muito mais confiável.

E teremos como base neste artigo a proteção de uma edificação do tipo prédio com 14 pavimentos e 53 metros de altura, sendo usado como Laboratório de Pesquisa Científica através dos métodos de Franklin e Faraday, seguindo a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, e seus quadros de distribuição segundo a NBR 5410-2017

O presente artigo em estudo é uma revisão bibliográfica. Em conformidade com os estudos aplicados na Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, e NBR 5410/2017 a pesquisa bibliográfica é baseada em artigos científicos, livros especializados na área e em sites especializados no assunto em questão, sendo essas matérias já elaboradas e publicadas, ou seja, para a realização de uma pesquisa, cujo o interesse é atualizar as informações apresentadas até a presente data, e chamar a atenção para o real perigo, que é não dar a devida importância para as incidências de descargas atmosféricas em uma edificação.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

As descargas atmosféricas tem uma frequência maior nos locais aonde existem um número maior de maus condutores, como em áreas de graníticos e nas áreas de xistosos, ao contrário nos terrenos de bons condutores que são os calcários e de aluvião (terreno formado por inundação), tem uma menor frequência de incidência de raio. Segundo Patrício, (2016, p.12),”

no terreno isolante há liberação de cargas elétricas para a superfície e essas cargas propiciam a queda do raio em terrenos maus condutores. Essa liberação de cargas chega a ionizar o ar ambiente, provocando o cheiro característico de ozônio. O fenômeno assemelha-se à fuga de corrente de um capacitor gigante, no qual as placas são as nuvens e o solo”.

Para a proteção de uma edificação contra Descargas Atmosféricas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, ”apresenta três métodos de SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), que são 1º Método do Ângulo de Proteção (Método de Franklin), 2º Método das Malhas (Método de Faraday): 3º Método da Esfera Rolante. Este 3º método não será abordado de forma direta, estamos citando-o apenas como nível de conhecimento, pois suas características não estão de acordo com as características da edificação escolhida no artigo em questão”. Conforme o escrito de Patrício, (2016 p.9), ”quando uma descarga atmosférica atinge diretamente uma edificação, além dos problemas que podem causar nos equipamentos eletrônicos, existe também o risco de morte de seres vivos e o comprometimento da estrutura da edificação”.



E também os dispositivos contra Surtos Atmosféricos que são os DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), e os DR (Disjuntores Residuais), estão incutidos na Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5410/2017, que apresenta seus objetivos e suas instalações, assim como as suas finalidades individuais.

Porém, Sobretensão é a maior causa de danos em equipamentos eletrônicos. Geralmente, segundo Prestes, (2016, p.1) "são consequências de descargas atmosféricas, operações elétricas no sistema de potência e interferências parasitas. Protetor de surto é de extrema importância, pois é o primeiro nível de defesa para todos os equipamentos da planta, sendo instalados próximos à entrada de energia e à entrada dos cabos de comunicação".

Na tabela 1, é mostrado como vamos trabalhar a causa e a solução do problema em questão.

Na tabela a seguir temos as causas e as soluções aplicadas, para uma descarga atmosférica a solução será a implantação do SPDA, para minimizar os Surtos atmosférico temos os DPS e as Dissipação dos resíduos Atmosféricos que é feita nas malhas de aterramento.

Tabela – 1. Causa x solução

Item	Causa /Problema	Solução /
1	Descarga Atmosférica	SPDA e Captação
2	Surto Atmosférico	DPS
3	Dissipação de Resíduo Atmosférico	Malhas de aterramento

Fonte: Prestes 2016

## 2.1. DESCARGA ATMOSFÉRICA

Para entendermos como acontece uma descarga atmosférica, devemos partir do pressuposto que tudo acontece nos encontros de nuvens carregadas, geralmente antes de uma chuva, porém existem fatos que necessariamente não precisaram das chuvas para acontecerem descargas, contudo as nuvens carregadas se movimentam e se chocam uma com as outras nesse atrito e cria o fenômeno que conhecemos como raio, e esse raio precipita-se e nele contém uma grande concentração de energia chegando a centenas e até milhares de Kva (Kilovolts amper).

Segundo Prestes, (2016, p.3) e de acordo com a norma IEC 61643-12, anexo I.1.2, "pode-se assumir que 50% da corrente total da descarga é absorvida pela terra através do PCC, os outros 50% é distribuído por todas as estruturas condutoras da instalação (condutores externos como tubulações metálicas de água, gás, eletrodutos e leitos)".

Sem contar que nessa energia advinda das nuvens também esta carregada de uma alta amperagem, ou seja é totalmente nociva para qualquer tipo de ser vivo e até mesmo para uma edificação, por isso vamos trabalhar nessa idéia de proteção contra as descargas atmosféricas, porém mesmo com todo esse cuidado ainda existe a possibilidade da falha de todos os equipamentos de proteção, pois até a presente data ainda não foi possível prever ou quantificar o evento das descargas atmosféricas.

Segundo Patrício, (2016, p.9)

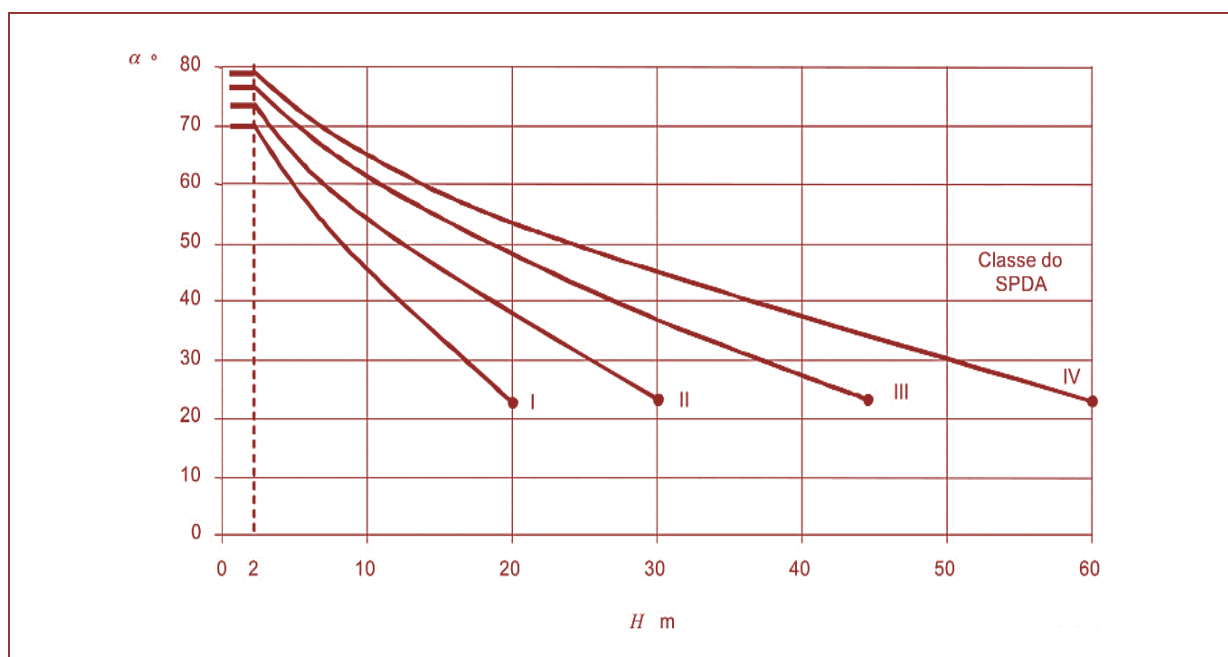
Se os conhecimentos técnicos adquiridos até hoje forem corretamente aplicados para controlar os efeitos das descargas atmosféricas e dos campos eletromagnéticos, os riscos com problemas de interrupção de energia; de serviços de telefonia; de comunicação de dados, serviços de informática e risco de mortes poderão ser evitados ou pelo menos minimizados.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5419-3/2015, existem três métodos eficazes para elaborar um bom SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), dos três vamos abordar os dois primeiros, o método de Franklim e o método de Faraday.

### 2.1.1. MÉTODO DO ÂNGULO DE PROTEÇÃO (MÉTODO DE FRANKLIN):

Esse método é o mais simples e mais usual, em geral é usado em edificações de formato simples, porém fica limitado a altura dos seus captores. Sua forma de instalação é segura e bem prática, posicionando uma haste na parte mais alta da edificação e nesta haste tem conectado um captor Franklin na sua extremidade, esse captor está conectado a um cabo que guiará a energia vindoura da descarga atmosférica para o solo e a sua proteção obedece um ângulo pré-estabelecido a partir do ponto mais alto da haste até o seu plano de referência, formando uma espécie de cone, estando a área de exposição totalmente contida no cone de proteção será considerada atendida por esse método de acordo com a Classe de Proteção, conforme Figura 1. A área envolvida por esse ângulo é a área protegida.

Figura 1- Gráfico para determinação do ângulo de proteção



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-3/15.

### 2.1.2. MÉTODO DAS MALHAS (MÉTODO DE FARADAY)

A construção de um SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), usando esse método se faz necessário em telhados horizontais, inclinados sem curvatura e em superfícies laterais planas. Na Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, é citada a forma de construção desse método. Sendo feito obedecendo as normas existentes e implantando vários captos distribuídos de forma uniforme e com espaçamentos iguais, formando uma espécie de gaiola e essas gaiolas são divididas conforme o projeto estrutural da estrutura, porém nesse estudo de caso será usado duas gaiolas fazendo o seu fechamento entre si, diferente do método de Franklin que só tem um captor principal, no método de Faraday existem vários minecaptos distribuídos ao longo do telhado geralmente com espaçamento mínimo de dois metros e no máximo de cinco metros.

O método consiste em malhas de condutores que envolvem a área a ser protegida e deve cumprir os requisitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015.

Devem ser instalados minecaptos na periferia da cobertura da estrutura, o mais próximo possível das suas extremidades, afim de uma cobertura maior de proteção; nas suas curvaturas e nas saliências da cobertura da estrutura; bem como nas cumeeiras dos telhados, e se houver declive deste exceder 1/10 (um desnível por dez de comprimento); O conjunto de condutores do subsistema de captação deve ser construído de tal modo que a corrente elétrica da descarga atmosférica sempre encontre pelo menos duas rotas condutoras distintas para o subsistema de aterramento, levando em conta que a corrente elétrica sempre procura o jeito ou maneira mais fácil para ela ter uma boa dissipação no solo e ela vai sempre escolher o caminho mais rápido e esse caminho é o caminho com a menor resistência.

O captor não poderá ser substituído por nenhuma outra estrutura metálica, que não atenda as suas características relevante para tal serviço de captação de uma descarga atmosférica e que também não pode ultrapassar o limite máximo da estrutura do telhado e da malha, o subsistema de captação. Os condutores da malha devem ser contruídos para que o caminho seja mais curto e retilíneo possível da instalação.

As dimensões de malha não podem ser maiores que os valores encontrados na Tabela 2:

Isso significa que cada classe tem uma medida específica formando um quadrado, exemplo na classe I o afastamento dos condutores deveram ficar em um afastamento de 5 metros para cada lado, e assim segue as demais classes.

Tabela 2 - Valores máximos da malha correspondentes a classe do SPDA

Item	Classe do SPDA	Máximo afastamento dos condutores da malha (m)
1	I	5 X 5
2	II	10 X 10
3	II	15 X 15
4	IV	20 X 20

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5419-3/15.

### 2.1.3. MÉTODO DA ESFERA ROLANTE

Para ilustrar a avaliação da proteção de uma edificação utilizando o método das esferas rolantes, imagina-se uma esfera de raio  $R_a$  rolando sobre a edificação. Cada um dos pontos tocados pela esfera representam um ponto exposto a incidência de uma descarga atmosférica. E os raios dessa esfera rolante podem ser calculados com a seguinte fórmula:  $R = 10 \times I_{max}^{0,65}$ . De formas mais simples a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, define os raios da esfera fictícia ( $R$ ) padronizados em função da corrente elétrica pré-definida para as quatro classes de proteção contidas em um SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas).

Nesse sistema cada classe informa uma medida da esfera imaginaria que sera criado com a captação das Descargas Atmosféricas, na classe I o raio da esfera será de 20 metros e assim seguas as outras classes. Conforme mostra a tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Raio da esfera rolante em spda.

Classe	Raio da esfera (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5419-3/15.

### 2.2. SURTO ATMOSFÉRICO

O surto em si é uma derivação da precipitação de um raio ou seja, quando um raio atinge uma rede de distribuição ou um SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), este sistema fica comprometido, podemos então diferenciar o surto atmosférico da descarga atmosférica, sendo os dois obtidos pela mesma circunstância mas com efeitos diferentes para o sistema de captação. Conforme descreve Patrício, 2016, p14,

”A função principal do subsistema de proteção contra descargas atmosféricas SPDA, ... é evitar que as estruturas prediais sejam totais ou parcialmente afetadas pelas descargas atmosféricas que atingem diretamente a edificação. Entretanto, não protegem os equipamentos eletrônicos sensíveis dos surtos gerados por essas descargas atmosféricas e que circulam pelo interior da edificação”

Enquanto que a descarga atmosférica é a passagem literal da alta concentração de energia pelos captosres e pelas rede de distribuição, chegando até as malhas de aterramento em uma velocidade extermamente rápida, essa energia é absorvida pela malhas de aterramento e dissipa no solo em milésimo de segundos após atingir o captor e ele viaja por dentro do cabo.

Em contra partida o surto atmosférico é a magnetização dessa concentração de energia, ou seja, ela se forma pela indução da concentração de energia elétrica, fazendo sua trajetória por fora do cabo e sua dissipação é feita nos equipamentos elétricos, causando danos irreversíveis no equipamento atingido, a NBR 5410-17, traz a solução pra esse tipo de surto que é a instalação de DPS (Dispositivo Protetor contra Surto

Atmosférico e/ou Supressor de Surto) também conhecido com Supressor de Surto ou Protetor contra Surtos Elétricos.

Em seu artigo Prestes 2016, p3 comenta sobre a norma ABNT NBR IEC 61643-1:2007, falando sobre o que a norma fala da proteção dos DPS por zona;

*A Protection zone concept* (IEC 62305-4) é um documento que introduz a concepção de proteção por zona como uma ferramenta que auxilia a seleção do DPS apropriado. Esta concepção garante uma redução gradual dos estágios de energia e das sobretensões causadas por descargas atmosféricas ou chaveamentos que ocorrem em um sistema desprotegido. Ele consiste em dividir a instalação em diversos volumes: as zonas de proteções (*“the protection zones”*). Cada zona de proteção é caracterizada por um nível máximo de ruído eletromagnético, um nível máximo de sobretensão e um nível máximo de corrente de surto admissível. Estes níveis máximos são especificados de acordo com as características elétricas dos dispositivos presentes nesta zona de proteção. Esta concepção de proteção por zona garante que os efeitos e o estresse causado pela descarga direta/indireta sejam reduzidos por degraus na mudança entre as zonas de proteção. Para isto é necessária a instalação de um DPS específico em cada transição de zona. Ou seja, cada vez que é instalado um DPS, há a criação de uma nova zona de proteção. PRESTES (2016, P3)

Com tudo há outros tipos de Surtos mas que advem de enormes picos de tensão, sendo eles, surto de Apagões, esse surto se dá no religamento da rede elétrica após a interrupção momentânea de energia elétrica. Surto de Chaveamento, esse surto se dá no ligar e desligar de máquinas elétricas potentes.

E o Surto de Descargas Eletrostáticas que é o acúmulo de cargas elétricas e o seu descarregamento. Patrício, (2016, p.11), define isso como, “fenômenos conhecidos como “spikes”, resultantes de chaveamentos elétricos (excitação de motores, chaveamento de cargas indutivas, etc.). “Spikes” são pulsos instantâneos de tensão e corrente e podem ser conduzidos ou induzidos na rede elétrica... ou em qualquer estrutura metálica da instalação”. Além dos DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), é preciso ter uma boa malha de aterramento.

### **2.2.1. PROTETORES DE SURTO**

DPS é a sigla para Protetor contra Surtos, também conhecido como Supressor de Surtos ou Protetor Contra Surtos Elétricos.

Nesses artigo teremos como base principal a Norma Técnica Brasileira relativa aos Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) a ABNT NBR IEC 61643-1:2007.

Esses termos (DPS) são designados e aplicados ao sistema de aparelhos capazes de proteger equipamentos eletroeletrônicos contra picos de tensão que podem vir da rede elétrica, da linha telefônica, de campos eletromagnéticos criados por uma descarga atmosférica, atuando em tempos muito rápidos (25 a 100 milésimo de segundos). É mencionado por Patrício, (2016, p.14), que, “Quando uma descarga atmosférica atinge uma edificação, mesmo adequadamente protegida pelo SPDA, podem ser geradas

sobretensões na rede de distribuição de energia elétrica da concessionária, nas instalações elétricas da edificação, nas redes de dados e em qualquer condutor metálico da edificação”, formando assim o campo magnético nos condutores possibilitando a formação do surto.

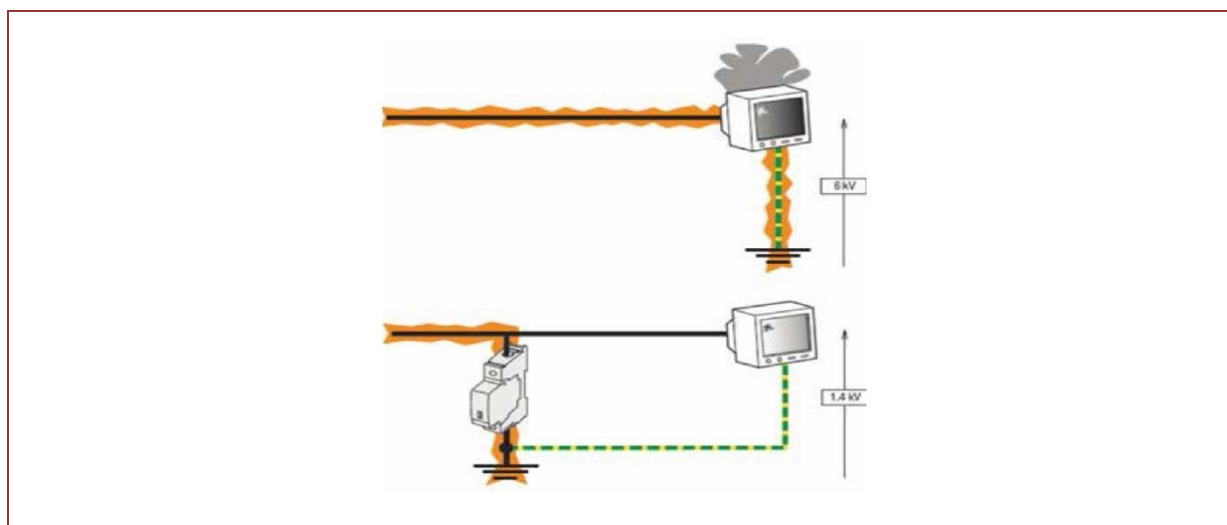
Pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5410/2017 é dado o nome de Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto(DPS). E ele é capaz de reduzir o risco de queima ou danos nos equipamentos que são energizados em baixa tensão ajudando a minimizar os possíveis prejuízos as intalações elétricas. No seu artigo Prestes (2016, p.2), define o surto como, “ o transiente de tensão é um pico de tensão transitória (menor que um milissegundo) cuja amplitude pode ser de algumas dezenas de vezes maior que a nominal”.

Os surtos de tensão vão danificando pouco a pouco os equipamentos e, por isso, não ficamos cientes de sua existência. Com tudo com os surtos de tensão repetidos várias vezes, e de baixa amplitude vão comprometendo a resistência dielétrica e estrutural dos isolamentos, reduzindo a sua vida útil e, portanto, a tensão de resistência do dispositivo. Caso os surtos de tensão ultrapassem a margem da tensão de resistência do isolamento sólido (desgastado), o isolante falhará e o dispositivo será permanentemente danificado. No seu artigo Prestes, (2016, p.2), comenta que estes.

Equipamentos eletrônicos e elétricos são capazes de trabalhar até um determinado valor de sobretensão, de acordo com o nível da isolação dielétrica que o equipamento foi projetado. Esta isolação pode variar de algumas centenas de volts para os equipamentos eletrônicos, a alguns quilovolts para motores elétricos. Se a tensão ultrapassar o valor máximo que este equipamento pode trabalhar, a isolação é rompida e uma corrente de fuga percorre o equipamento.

Na figura x, é mostrado como se comporta o surto em relação ao equipamento e como o DPS atua no momento do surto atmosférico.

Figura 2: Surto na rede.



Fonte: prestes, 2106, p2



### **2.2.2. DESCRIÇÃO DO DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTO ATMOSFÉRICO, DPS.**

A especificação técnica dos DPS's (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto) é levado em consideração a coordenação com a proteção da rede da concessionária de energia. Segundo o Patrício (2016, p.20) "a função do DPS é fazer com que o equipamento eletrônico fique no mesmo potencial elétrico das estruturas metálicas que o sustentam, evitando o faiscamento, com isso o equipamento estará protegido contra dos efeitos das sobretensões". Atualmente diversas concessionárias brasileiras, dentre elas a Copel, têm como pratica a instalação de para-raios no primário e no secundário dos transformadores de seus sistemas de distribuição multi-aterrados.

De acordo com as Normas Técnicas Copel (NTC) 901110, item 4.20.3.f, "a instalação deve ser provida de DPS, localizado próximo da caixa seccionadora, instalado em caixa para uso exclusivo, com dispositivo para lacre e visor transparente que permita fácil visualização dos componentes sem a abertura da caixa".

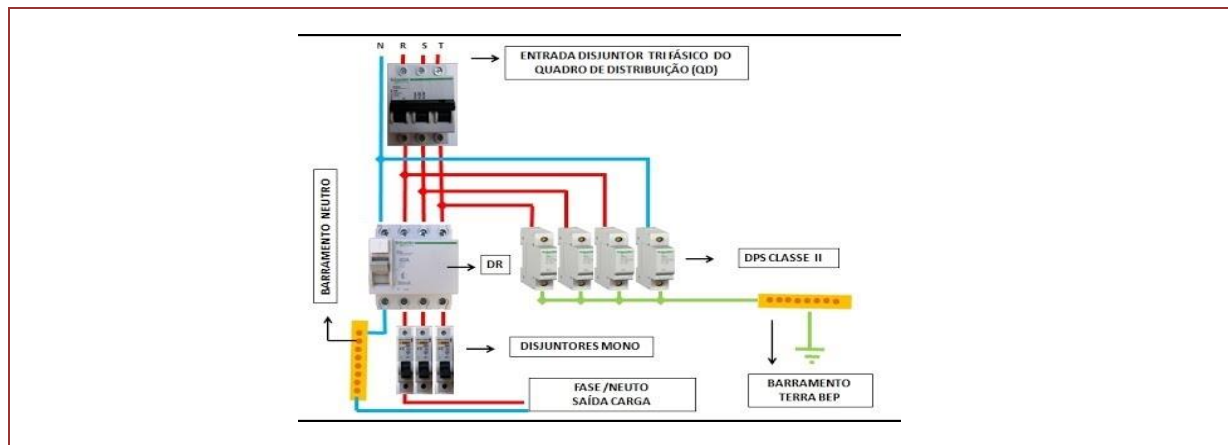
A instalação do dispositivo DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), é feita dentro do quadro de distribuição, e a sua interligação é feita ao lado do disjuntor principal do quadro de distribuição, sendo ligado um na fase A, outro na fase B, outro na fase C e outro no cabo de neutro.

Sua entrada é pela parte superior enquanto que a sua saída na parte inferior é interligada diretamente a malha de aterramento, dessa maneira quando ocorre o sinistro na rede o sistema entenderá e desviará o surto para o aterramento, protegendo o restante dos circuitos. Outra situação acontecerá se o DPS não suportar a carga ele abrirá, ou seja ele se desligará cumprindo assim seu papel de proteger os circuitos, ai o mesmo deverá ser substituído. Segundo Prestes, (2016, p.3)"

Nota-se que parte desta corrente é injetada no sistema de baixa tensão. Sendo assim, os edifícios vizinhos deveriam estar equipados com DPSs também. Em função da elevação de tensão muito rápida (alguns  $\mu$ s), o DPS deve ter uma resposta igualmente rápida e deve facilitar a condução da corrente com o objetivo de limitar o aumento da diferença de potencial entre o terra e os demais condutores, o DPS responde em algumas dezenas de nanosegundos.

Segue na figura 2 o esquema de ligação de um Dispositivo de Proteção Contra Surto Atmosférico (DPS), e como o esquema de ligação contempla a instalação de um Disjuntor Residual (DR).

Figura 3 – Esquema de ligação de um dispositivo contra surto atmosférico DPS e ligação de um DR disjuntor residual .



Fonte: NBR ICE 61643-1:2007– Dispositivos Proteção contra sutos em baixa tensão.

### 2.3. DESCIDA E MALHAS DE ATERRAMENTO

Todo sistema de proteção tem em seu conjunto os seguintes itens essenciais para o seu bom funcionamento que são; os Captores, a malha superior ou gaiola, as suas descidas, sendo elas estrutural ou via cabos e a sua malha inferior ou malha no solo que são as malhas de aterramento juntamente com as suas hastes. Segundo Machado, (2008, p.128).

Os condutores em malha podem ser constituídos de barra chata de cobre, alumínio, aço inox ou aço galvanizado, fixado sobre as telhas ou diretamente na estrutura de fixação do telhado. Essa forma já proporciona o aterramento a estrutura metálica do telhado, o dimensionamento das barras deverá ser feita segundo a norma vigente.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, as descidas podem ser divididas em duas maneiras, as descidas via estrutura internas e as descidas via cabos externos, todas as duas obedecendo a norma vigente de SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas).

#### 2.3.1. DESCIDA ESTRUTURAL INTERNA VIA ARMADURA DE AÇO.

Após muitos anos de ensaios de medição fica cada vez mais comprovada a eficácia do Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) estruturais, garantindo assim uma boa continuidade na condução e na dissipação elétrica em pilares, vigas e lajes com uma menor resistência. Fergütz 2019, p2, diz sobre isso, que, "são considerados componentes naturais os elementos como armaduras de aço do concreto, vigamentos metálicos das estruturas, telhas metálicas, dentre outros. Os mesmos poderão ser utilizados como componentes do SPDA, desde que cumpram com os requisitos da norma (espessura e/ou seção transversal)".

Historicamente essa ideia é dada ao engenheiro Herb Efer que no final da segunda guerra mundial se utilizou do método de descida usando a ferragem do concreto armado com a finalidade de melhor continuidade, boa condução e a dispersão das correntes de raios em descidas usando as mesmas estruturas metálicas em sistemas

de aterramentos para descargas atmosféricas e eletricidade estática. FAGAN, 1970 demonstra em seus escritos que "o engenheiro Herb Efer ao inspecionar as instalações ele chegou à conclusão de que, eletrodos de aterramento utilizando armaduras de concreto resultavam em uma resistência de aterramento mais robusta e ainda com menor valor quando comparados às resistências compostas por somente hastes, especialmente em regiões de solos com valores relativamente altos de resistividade. E depois desse fato ocorrido, esse tipo de aterramento que usa de armaduras e/ou cabos e hastes inseridos nas fundações ficou conhecida como, aterramento Ufer".

Com o passar dos anos a experiência nos mostrou que os resultados estavam de acordo com o esperado, então passou-se a ter a armadura estrutural como novo subsistema de descida. No Brasil, a utilização do SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) estrutural é orientada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, desde 1993, sendo que, em outros países, a normalização já vem sendo utilizada há décadas. De acordo com revisão da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2005 até a última revisão em 2015, existem duas opções para esse sistema.

Sendo que a primeira consiste no uso simplesmente da armadura de aço e concreto como descidas naturais, desde que a mesma garanta uma boa continuidade elétrica da armadura pilares, verticalmente, porém devemos observar o que Fergütz (2019, p.2), diz sobre isso.

A armadura de aço das estruturas de concreto armado será considerada eletricamente contínua se pelo menos 50% das interligações entre barras horizontais e verticais sejam firmemente conectadas. Para a conexão entre barras verticais pode-se utilizar solda, arame recozido, cintas ou grampos, desde que haja traspasse mínimo de 20 vezes o diâmetro da barra.

A segunda opção, é mostra segundo FAGAN, 1970 que," tem uma menção mais enfática em um anexo específico para sua descrição e exigências, nesta opção se faz necessário o uso de uma barra de aço galvanizada a fogo adicional a armadura existente. Essa barra tem como função específica a garantia da continuidade desde o solo até o topo do prédio".

A utilização dessa barra adicional, comercialmente conhecida como re-bar (do inglês Reinforcing Bar ou do português barra de reforço), conforme previsto no Anexo D da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015,"tem como objetivo principal a concentração da maior parcela da corrente da descarga atmosférica, poupando as ferragens estruturais do fluxo desta corrente". Entretanto, ao se levar em conta um efeito eletromagnético conhecido como surto atmosférico ou efeito peculiar, essa ideia parece ser pouco efetiva, visto que a corrente impulsiva da descarga tende a fluir pelas ferragens periféricas, que são justamente as estruturais da edificação.

### 2.3.2. DESCIDA VIA CABOS EXTERNOS

As descidas via cabos semi rígido ou como são conhecidos no mercado como cabo acobriado nu, são comumente usada e é de forma mais usual principalmente em edificações que ainda não contempla ou que aderiram aos SPDAs (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), depois de prontos, entre as descida podemos citar dois tipos: as isoladas e as não isoladas, segundo Fergütz (2019, p.2), ele comenta que;

SPDA externo isolado da estrutura: sistema com captação e descidas posicionadas de tal forma que o caminho da corrente de descarga não fique em contato com a estrutura. E também que um; SPDA externo não isolado da estrutura: sistema com captação e descidas posicionadas de tal forma que o caminho da corrente de descarga esteja em contato com a estrutura.

Ele também comenta sobre como deve ser um SPDA com as suas descidas bem isoladas. Fergütz (2019, p.2), "um SPDA isolado deve ser considerado quando os efeitos térmicos e de explosão no ponto de impacto, ou nos condutores percorridos pela corrente de descarga, puderem causar danos à estrutura ou seu conteúdo".

Vale ressaltar que as descidas via cabo tem especificações na Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, que indica a forma correta e a bitola do cabeamento a ser utilizado nesse SPAD (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), esta forma de descida é mais simples que a descida estrutural, pois a mesma precisa de cabeamento, que são lançados de forma vertical e ancorados em suportes ao longo das suas descidas, é mais prático, se torna mais fácil a sua manutenção devido estar visivelmente exposto, estas descidas de cabos então conectadas nas malhas superiores ou no captor Franklim, e são direcionadas as malhas de aterramento inferiores que estão no solo.

### 2.3.3. MALHAS DE ATERRAMENTO

Segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, cada tipo de edificação e sua finalidade terá um tipo de aterramento, sendo este aterramento feito em conformidade com a sua malha, pois é a malha de aterramento inferior que irá receber e dissipar toda a descarga recebida pelos captores e polos dps instalados na edificação, com isso o solo em questão deve ter algumas características básicas, tais características são mencionadas por Patrício (2016, p.20),

Na medida em que a umidade aumenta, a resistividade do solo diminui, portanto, a umidade é o elemento principal na condução da corrente elétrica no solo. Não se deve, contudo, presumir que um solo que detenha grande quantidade de água tenha baixa resistividade, pois se a concentração de sais dissolvidos na água for muito baixa, ou mesmo se esta estiver totalmente congelada, a resistividade aumentará.

A malha de aterramento é constituída de cabos segundo a especificação da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, as hastes de aterramento e suas quantidade segundo a especificação da norma, e esta malha fica enterrada a partir de 50 centímetro de profundidade, há necessidade de caixa de expeção e as junções poderão ser feitas com conectores e uso de solda exotérmica, dependendo do solo ou da especificação do projeto que vai definir a distância, profundidade e quantidade de hastes necessárias para que o aterramento seja bem sucedido e tenha fluidez das corrente elétricas vindouras do SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas). Para Prestes (2016, p.3),” o sistema de aterramento é necessário para reduzir a diferença de potencial entre as partes metálicas e os sistemas dentro de um ambiente que se deseja proteger contra descargas atmosféricas”.

A malha de aterramento deve trabalhar juntamente com os outros subsistemas como é mencionado por Prestes, (2016, p.4),”A equipotencialização consiste na interconexão dos equipamentos utilizando cabos ou a própria malha de aterramento. Mesmo em casos de descargas atmosféricas diretas, o potencial de toda a instalação será elevado uniformemente. Diferenças de potencial não ocorrerão dentro da instalação”.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

A abordagem dos conteúdos descritos neste artigo é uma síntese metodológica de revisão bibliográfica.

Com o intuito de atender ao objetivo de apresentar os sistemas de proteção para edificações contra descargas atmosféricas e surtos atmosféricos, realizou-se uma revisão bibliográfica, que é um método que permite a inclusão de estudos de diferentes abordagens do assunto, com o objetivo de definir conceitos, rever teorias, analisar evidências e questões metodológicas de um tema específico GIL,(2002). A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma fonte, quer publicadas, quer gravadas (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Em conformidade com os ensinamentos da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, NBR 5410/2017, NBR IEC 61643-1:2007, NBR 5410/2017 Normas Técnicas Copel (NTC) 901110, item 4.20.3.f a pesquisa bibliográfica é baseada em materiais já elaborados técnicos e cientificamente já publicados, ou seja, para a realização de uma pesquisa, cujo o seu foco é informar e compartilhar novas informações para o desenvolvimento dessa atividade em questão, as informações apresentadas até a presente data, faz-se necessário a busca de material sobre o tema escolhido para realização de um bom estudo bibliográfico. Tendo como foco nos objetivos as normas apresentadas.

NBR 5419-3/2015, esta Norma estabelece os requisitos para a determinação de proteção contra descargas atmosféricas.

NBR 5410/2017, esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens

NBR IEC 61643-1:2007, esta norma é aplicável aos dispositivos para proteção de surto contra efeitos diretos e indiretos de descargas atmosféricas ou outras sobretensões transitórias. Estes dispositivos são montados para serem conectados a circuitos de 50/60 Hz c.a. ou c.c, e equipamentos de tensão nominal eficaz (r.m.s) até 1 000 V ou 1 500 V c.c. As características de desempenho, os métodos de ensaios e as características nominais são estabelecidos para estes dispositivos que contêm pelo menos um componente não linear destinado para limitar surtos de tensão e desviar surtos de corrente.

Normas Técnicas Copel (NTC) 901110, item 4.20.3.f, seu objetivo é definir as condições gerais e específicas para atendimento às instalações de unidades consumidoras através das redes de distribuição da Companhia Paranaense de Energia

Com base no exposto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de materiais já elaborados e publicados sobre sistema de SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas), sistema do DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), descidas e malhas de aterramento, no período de 2001 a 2019.

Os materiais utilizados são normativas, livros e artigos científicos publicados por editoras e sites científicos, mas tendo como base principal a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015, NBR 5410/2017, NBR IEC 61643-1:2007, NBR 5410/2017 Normas Técnicas Copel (NTC) 901110, item 4.20.3.f.

Estes materiais são trabalhados para embasar as idéias formuladas inicialmente, desmonstrando a suma importância de se executar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas e surtos para dar um vida mais longa as edificações e aos equipamentos interligados na rede de energia local.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A edificação que se pretende submeter a este tipo de proteção contra descargas atmosféricas e surtos atmosféricos trata-se, de um edifício hipotético de 14 pavimentos com os primeiros 05 andares destinados a escritórios, consultórios e laboratórios sendo os outros 09 andares destinados a moradia.

Nele encontram-se equipamentos sensíveis, complexos, bem como com alta precisão, como computadores com rede de dados, aparelhos eletroeletrônicos, e etc. Neste caso em específico há uma necessidade de um esquema de proteção bem aprimorado pois os equipamentos que são sensíveis a mudanças e principalmente com a indução gerada da alta concentração de elétrons formados pela precipitação de um raio que atinge o conjunto de captosres.

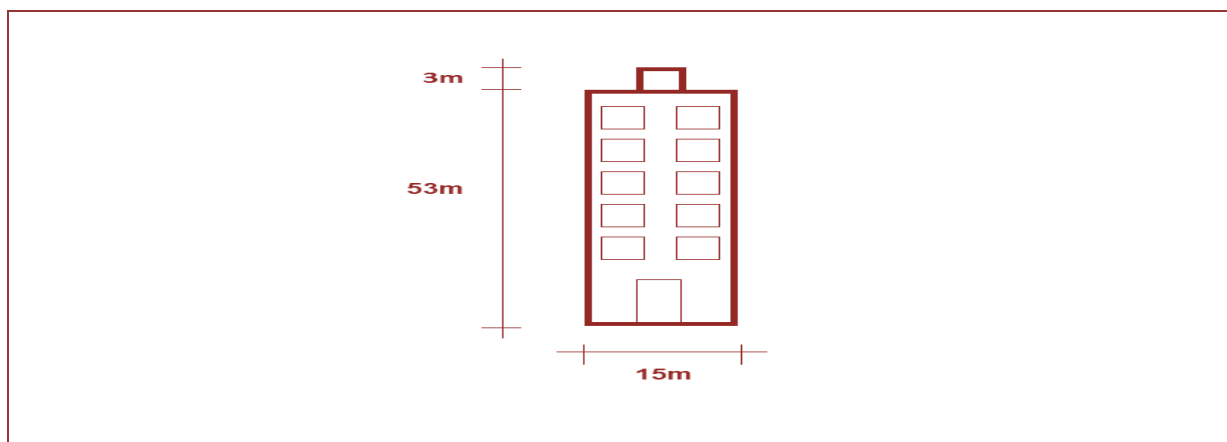
Essa indução é forjada na captação das descargas atmosféricas contudo devemos também nos preocupar com a indução gerada no oposta dos circuitos vindo da rede, ou seja, a indução gerada pela incidência de descargas atmosféricas que vem de cima para baixo e as induções vindouras das redes de distribuição tem o sentido oposto de baixo para cima e tem mesmo efeito colateral aos equipamentos eletroeletrônicos.



As características da construção são:

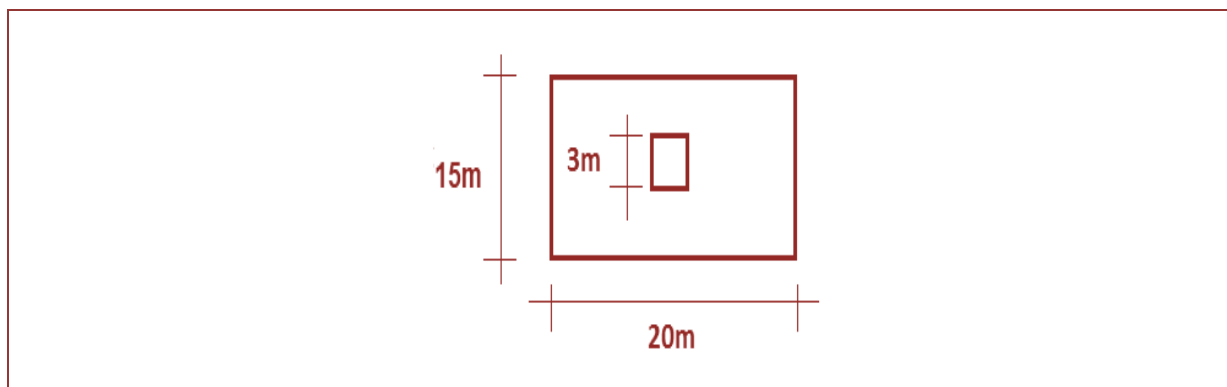
- Uma edificação com 53 metros de altura, com dimensões 15x20m;
- Cobertura de telhado com declive inferior a 1/10;
- Caixa d'água cúbica com 3m cada aresta, acima da construção.
- 

Figura 4 – Vista Frontal do Prédio



Fonte – Joel beleza 2020

Figura 5 – Vista Superior do Prédio



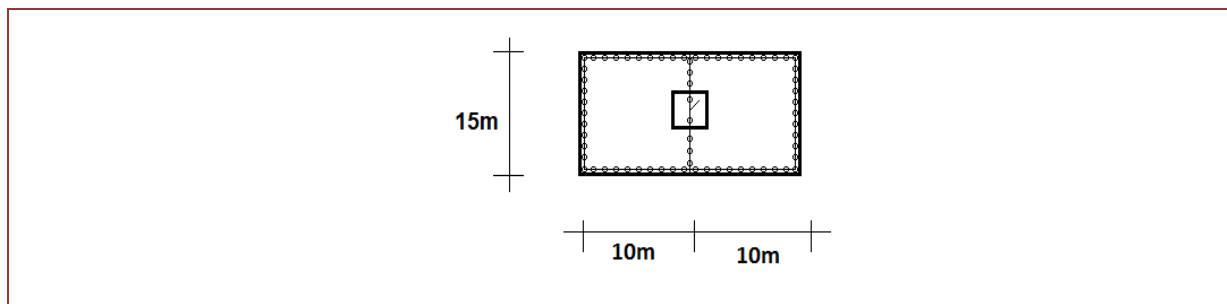
Fonte – Joel beleza 2020

Para as características acima, a proteção se dará pela junção dos métodos de Franklin e Faraday e por se tratar de consultórios e laboratórios, a Classe de Proteção será a Classe II, esta formatação envolvendo os dois métodos é bem comum de se usar e contudo faremos a distinção das descidas pois as duas são bem vistas neste caso.

As implantação das descidas via estrutura é utilizada quando na construção já tenha sido prevista a espera para esse tipo de fechamento na malha de Faraday. Porém vamos enfatizar a descida via cabo. Será necessário seis descidas, ou seja, terá uma descida em cada canto e uma em cada junção da malha de Faraday com a malha do captor Franklin.

Desta forma, seguindo os dados apresentados acima, o ângulo de proteção será no máximo  $25^\circ$  e a dimensão das malhas será de no máximo  $15 \times 10\text{m}$ . Como a superfície superior do prédio tem dimensões  $20 \times 15\text{m}$ , serão necessárias duas malhas de Faraday, conforme segue a figura 6:

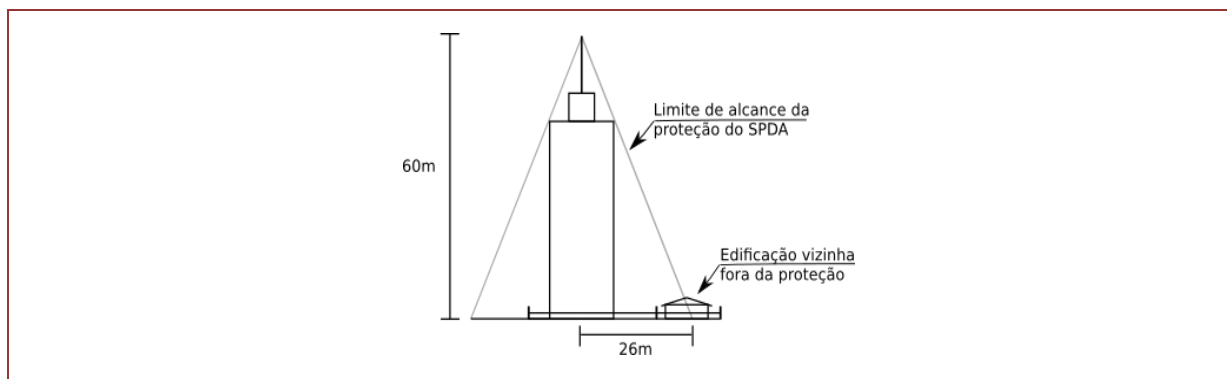
Figura 6 – Vista Superior da edificação com a malha de Faraday e captor Franklin.



Fonte – Joel beleza 2020

Por se tratar de uma construção com altura inferior a  $60\text{m}$ , a proteção lateral não se faz necessária. Contudo para proteção da área mais elevada (caixa d'água), faz-se necessário o uso de um captor de Franklin conectado a uma haste metálica, conforme mostra a figura a seguir

Figura 7– Captor de Franklin na edificação



Fonte: NBR 5419-3/2015

A altura do captor é definida em projeto de acordo com os preceitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5419-3/2015:

Após os cálculos e considerações apresentados acima, o captor de Franklin será conectado a uma haste metálica com aproximadamente  $3\text{m}$  de altura do seu piso de referência e do captor Franklin sairá o cabo para a interligação do para-raio com as malhas de Faraday, bem como as malhas de Faraday devem ser conectados à malha de aterramento que deve envolver toda a edificação e no percurso da malha deveram conter os minercaptos e os suportes de cabo de SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas).

Serão seis caminhos de descida, sendo estas descidas feitas com cabeamento definido em projeto em concordância com as especificações da norma, e no percurso das descidas o cabo nú será apoiado ou ancorado no suporte, também conhecido por isolador de SPDA (Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas).

Se as descidas forem via estrutura, as hastes de aterramento deveram estar embutidas na fundação da edificação, porém se for descida aparente ou externa se fará necessário a construção de uma malha de aterramento, sendo esta malha conjugada com cabo nú e haste de aterramento, a malha deverá ter mais de uma gaiola podendo a gaiola exterior ser feita com o cabo nú, com as dimensões do dobro do cabo das descidas e a gaiola interior com o cabo da mesma bitola das descidas.

As hastes de aterramento deveram ser no mínimo de 5/8x2,4m podendo ser rosqueável e ter várias emendas, as emendas ou conexões poderam ser feitas com uso de conectores paralelos acobriados ou de latão, também poderá ser usada solda exotérmica para uma melhor conexão entre os pontos de fusão da haste com o cabo nú, e em cada canto da edificação deverá ter uma caixa de exceção, mas tudo isso é especificado via projeto de aterramento, bem como a profundidade da malha de aterramento.

No interior da edificação deveram ser instalados os quadros de distribuição de energia elétrica, tendo um quadro de barramento principal que distribuirá os circuitos para os quadros de distribuição auxiliares, estes quadros auxiliares seram instalados nos andares ou até mesmo em cada laboratório para melhor distribuição de energia para os seus equipamentos.

Nesses quadros de distribuição tanto o principal quanto os auxiliares deveram conter a instalação do DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), pois é esse equipamento que irá proteger a instalação dos surtos advindos das descargas atmosféricas, bem como das induções advindas das redes energizadas, e os DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), deveram ser interligados em todas as fases e no cabo de neutro e suas saídas deveram ser interligadas com o sistema de aterramento, só assim a instalação estará totalmente segura, todavia os DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), deveram obedecer as regras de instalação e suas escalas, sendo que para cada tipo de edificação, e local da edificação, existe um DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), para cada caso, na edificação em questão a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 5410/2017, aponta para o DPS (Dispositivo Protetor contra Surto Atmosférico e/ou Supressor de Surto), de classe II, monopolar, 45 Ka (kilo amper), com grau de proteção; IP20, e com proteção térmica, com tensão de entrada de até 220 volts.

Nestes mesmos quadros de distribuição também serão instalados os DR (Disjuntores Residuais), estes fazem a proteção dos resíduos elétricos que ficam sem dissipação para o aterramento, ou seja, esses resíduos eletrostáticos ficam se armazenando no sistema de placas, filamentos, na carcaça metálica dos eletroeletrônicos e vão se acumulando até chegar a um alto nível de tensão podendo até ser descarregado no ser humano, ocasionando um choque elétrico, podendo ser grave. Com isso a DR (Disjuntores Residuais), fica na captação desses resíduos, e ao menor sinal dele o dispositivo DR (Disjuntores Residuais) é acionado e faz o reparo, o DR (Disjuntores Residuais), também serve como disjuntor termomagnético, e ajuda a proteger não somente o equipamento como as pessoas que usarem este mesmo equipamento.

Ver esquema de ligação na figura 2.

Com a ciência desses métodos e principalmente com a aplicação na prática desse estudo a edificação em questão estará totalmente protegida das descargas atmosféricas e dos surtos advindos das descargas e das induções das redes elétricas

De acordo com Mamede (2007) a instalação desse sistema garante a plena proteção contra a incidência direta de descargas atmosféricas em uma região do espaço limitado por um cone, uma vez que zona de proteção pelo método de Franklin foi bem definida e calculada, ficando assim a edificação protegida totalmente das descargas provenientes da atmosfera.

Embora o surto de energia ocasionado pelas descargas atmosféricas seja muito alto, não existe problemas, pois o DPS é feito para suportar altas correntes, que chegam a Kiloampere.

O princípio de funcionamento é o mesmo, como em qualquer outro surto elétrico, assim que o dispositivo de proteção constatar esse altíssimo pique de energia na rede ele desvia toda ela pelo sistema de aterramento, dando segurança as instalações e protegendo os equipamentos sensíveis e de alta complexidade.

O sistema de aterramento é importante e se faz necessário para reduzir a diferença de potencial entre as partes metálicas e os sistemas dentro de um ambiente que se deseja proteger contra descargas atmosféricas.

A equipotencialização consiste na interconexão dos equipamentos utilizando cabos ou a própria malha de aterramento. Mesmo em casos de descargas atmosféricas diretas, o potencial de toda a instalação será elevado uniformemente. Diferenças de potencial não ocorrerão dentro da instalação, protegendo assim cada vez mais a edificação.

## 5. CONCLUSÃO

Foi visto que descargas atmosféricas podem provocar danos irreversíveis a construções, vida humana e animal.

A fim de evitar os danos colaterais, deve-se proteger as áreas desejadas com o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Esse sistema constitui-se de captar a descarga elétrica emitida por raios e redirecionar à Terra através de condutores devidamente aterrados.

De acordo com a norma ABNT NBR 5419:2015, partes 1, 2, 3 e 4, "O DPS é considerado um Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) e que a instalação de um sistema de proteção irá preservar as edificações contra danos materiais e incêndios, protegendo também as pessoas que estão dentro da edificação e as instalações internas e equipamentos eletroeletrônicos".

Neste artigo, foi ilustrado um exemplo de aplicação dos métodos de Franklin que é a do ângulo de proteção e do Faraday que é o método das gaiolas de malhas. Utilizando os dois métodos, foi possível proteger um prédio de 53m de altura com 14 pavimentos e uma caixa d'água na sua cobertura.

Foi apresentado o sistema de captação através de captadores dos SPDA e a proteção através dos dispositivos de segurança que são chamados de DPS e DR. Visando principalmente a proteção da vida humana, das edificações e dos equipamentos

eletroeletrônicos, fazem com que os equipamentos ligados nesse sistema fiquem bem protegidos e aumentem a sua vida útil.

Quando um raio atinge uma edificação ou as redes de energia e telecomunicações (serviços) ou alcança o solo diretamente, essa descarga elétrica provoca tensões induzidas nas redes de serviços que viajam para dentro das edificações, atingindo e destruindo as instalações internas e os equipamentos, podendo provocar incêndios, perdas financeiras e de vidas humanas;

Para que estes riscos sejam reduzidos a níveis toleráveis, é necessário aplicar os requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR 5419:2015, começando pelo gerenciamento de risco.

Vale ressaltar que os métodos apresentados não têm 100% de eficácia, tendo em vista que a descarga elétrica é um fenômeno da natureza, absolutamente imprevisível e aleatória, tanto nas suas características como nos seus efeitos. Mas isso não significa que não devemos investir em segurança, e principalmente na amenização dos efeitos colaterais da precipitação de um raio ou/e de um surto provocado por um chaveamento ou indução da alta concentração de energia em uma rede de transmissão.

Ficou claro que para se proteger uma edificação é extremamente necessário a implantação de um bom SPDA, com captos e descidas bem ajustadas, fazendo interligação com a malha de aterramento, que por sua vez tem que estar com uma boa qualidade, para poder então dissipar a energia das descargas para o solo, e para completar esse sistema foi apresentado o DPS protetor de surto, juntamente com o DR. Formando assim um conjunto que irá proteger toda a edificação.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5.419/15 – Proteção contra descargas atmosféricas, 2015.
- [2] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5.410/17 – instalações elétricas de baixa tensão, 2017.
- [3] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ICE 61643-1:2007– Dispositivos Proteção contra surtos em baixa tensão. São Paulo 2007.
- [4] NTC. Normas Técnicas Copel. Atendimento a edificações de uso coletivo NTC 901110. Curitiba. 2020
- [5] MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. 6ª Edição. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2004.
- [6] COTRIM, A. A. M. B. Instalações Elétricas. 5ª Edição. São Paulo. Prentice-Hall, 2008.
- [7] KIDERMANN, G. Descargas atmosféricas. 2.ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1997.
- [8] PATRÍCIO, F.N. Proteção Contra Descarga Atmosférica. Séries de caderno técnico da agenda parlamentar, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/protacao-contra-descargas-atmosfericas-SPDA.pdf>
- [9] MACHADO, C.S. Manual de projetos elétricos. 1ª edição. São Paulo. Copyright. 2008.

- [10] PRESTES, S. Revista Técnica do Setor Elétrico. 122 edição. São Paulo. 2016. Disponível em: <https://www.osetoelettrico.com.br/dispositivo-de-protecao-contrasurto-de-tensao-dps/#>
- [11] FERGÜTZ, M. Descargas Atmosferica SPDA NBR 5419-3/2015. Danos físicos a estrutura e perigo a vida. 1ª edição. 2019. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id\\_cpmenu/9731/spda3\\_v5\\_19\\_15641593611725\\_9731.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/9731/spda3_v5_19_15641593611725_9731.pdf)
- [12] FAGAN, E. J.; LEE, R. H. The use of concrete-enclosed reinforcing rods as grounding electrodes. IEEE Trans. Power Delivery, v. 6, n. 4, p. 337-348, Jul./Aug., 1970.
- [13] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. "Técnicas de pesquisa." São Paulo: Atlas, 2003
- [14] GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.



# Capítulo 11

## *O uso do bioconcreto como solução para fissuras, trincas e rachaduras na construção civil*

*Everton Marinho Leal*

*Thiago Pinto Estolano*

*Sara Santarém*

**Resumo:** O presente trabalho se propôs a realizar uma pesquisa sobre o uso de bioconcreto como solução para fissuras, trincas e rachaduras na construção civil. O bioconcreto é uma tecnologia que vem sendo inserida na área da construção civil como um novo método para reestruturação e falha formada por rachaduras. O objetivo visou identificar a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos. A metodologia aplicada para o desenvolvimento desse estudo realizou-se um estudo exploratório, descritivo com abordagem qualitativa. A pesquisa ocorreu em um único espaço de tempo em que se utilizou a pesquisa bibliográfica. Os resultados apontam que a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos. Nesse sentido a prática do uso do bioconcreto na construção civil se torna importante para cura das rachaduras que se apresentam em edifícios construídos com o bioconcreto, onde a bactéria além da capacidade de autorregeneração do concreto propiciando, portanto a extensão de vida útil da construção de concreto, além de se ter um material sustentável

**Palavras-chave:** Construção Civil, Bioconcreto, Fissuras, Trincas.

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado construtivo vem passando por mudanças no que se refere a busca por novas tecnologias que beneficiem a obra a partir da elaboração e planejamento do projeto. Na construção civil de uma maneira geral o concreto é considerado como o produto básico para o sistema construtivo consistindo esse de maneira básica em uma mistura de agregados cimento e água.

Mas alguns concretos considerados especiais são formados por mais do que essa mistura, pois de modo frequente possuem materiais classificados como aditivos os quais podem ser químicos ou minerais e com capacidade de promover melhorias de algumas propriedades e características como maior resistência e durabilidade, ou até mesmo corrigir algumas deficiências que possam ocorrer no uso dos cimentos existentes.

A incorporação do uso de práticas relativas à sustentabilidade na construção civil e o aumento de ocorrências patológicas identificadas no concreto como ranhuras, trincas e rachaduras, desencadearam uma busca por maior conhecimento sobre as limitações do concreto de maneira sustentável. Desse modo os pesquisadores com o propósito de desenvolver novidades em concreto para minimizar essas patologias (SANTOS, 2013).

Diante dessas acepções tem-se que o bioconcreto, também conhecido como concreto auto curável, que incide na mistura do concreto com bactérias produtoras do calcário. Isso significa que quando o concreto é fissurado as bactérias produzem calcário reestruturando a falha formada na obra construída. Nesse sentido para que as bactérias permaneçam dormentes até o momento e que ocorrer a patologia, essas são encapsuladas em pequenas partículas compostas de argila expansível e lactato de cálcio.

O bioconcreto é formado por materiais que apresentam a capacidade de auto cicatrizar fissuras e pequenos vazios no interior das estruturas de concreto de maneira permanente.

Então a partir do momento que ocorre a fissura, essas cápsulas são degradadas e as bactérias entram em contato com a água e começam a se alimentar do cálcio que reage com o carbono produzindo o calcário que preenchem às fissuras ou trincas existentes (OLIVEIRA, 2015).

A importância e relevância do tema foi em virtude de interesse pessoal em aprimorar conhecimento sobre a temática e a oportunidade de crescer no aprendizado em assuntos pertinentes ao bioconcreto na construção civil, como um novo processo.

Para o alcance dos objetivos elencados no desenvolvimento da pesquisa a metodologia de estudo foi de caráter bibliográfico, de natureza qualitativa e descritiva, visto que os dados foram coletados a partir de fontes bibliográficas com a pretensão de fazer uma abordagem acerca do assunto e, assim, contribuir para a realização de novos estudos, pois é imprescindível ampliar o conhecimento acerca do referido tema, sendo inegável a necessidade de novos estudos que busquem ampliar a informação direcionados a esta temática.

A fundamentação teórica permitiu um aprofundamento e uma melhor compreensão do objeto de estudo. A pesquisa possibilitou observarmos através da literatura disponível a eficácia do sobre o uso de bioconcreto como solução para fissuras, trincas e rachaduras na construção civil. no seu contexto natural, a partir do olhar e da interpretação dos pesquisadores.

O objetivo geral visou identificar a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos. Objetivos específicos: analisar comparações relativas à produção, desempenho estrutural e custos envolvidos com a utilização de bioconcreto; identificar a viabilidade técnica e econômica na substituição do concreto comum pelo bioconcreto.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. BIOCONCRETO**

Em países onde ocorrem variações de temperaturas, como por exemplo, no Brasil, requer a utilização de estruturas reforçadas para suportar tais mudanças climáticas sem interrupções em suas funções estão sendo aplicado a ideologia da implantação do bioconcreto.

Na construção civil o uso da MICP é empregado em por duas formas: como material de cimentação ou uma camada superficial para proteção. Assim ambos tendo diferente nome, primeiro chamando de biocimentação (bioconcreto) e o outro chamado de biodeposição. O bioconcreto é um produto da MICP que tem como objetivo diminuir os espaços entre as partículas do concreto e também as fissuras geradas por diferentes patologias (REIS, 2017).

O bioconcreto está relacionada com atividade enzimática da cepa bacteriana e a composição da cultura utilizada, e quanto mais a atividade da uréase, melhor o perfil nutricional de lactato de cálcio, por exemplo, será maior a precipitação de cálcio realizada por esta cultura. E o bioconcreto vem sendo usado para melhorar a resistência a compressão e também de outros materiais provenientes do concreto (SANTOS, 2017).

E os estudos feitos a partir da MICP comprovou um aumento na resistência a compressão de 25% quando foi usada no bioconcreto a cultura de bactérias *Shewanella* sp. Um experimento feito utilizou as células bacterianas em meio líquido e logo foram adicionados a mistura de areia e cimento, e foi feito um corpo de prova de 70.6 mm. E este molde de cimentos foram realizados os testes de compressão e teve um aumento de 17 a 36% na sua resistência e a sua permeabilidade a água fora aumentada também (MENDES, et al, 2016).

Materiais de construção tais como argamassas e estruturas de concretos, estão sempre suscetíveis a ação do intemperismo e de vários outros fatores químicos, físicos e biológicos. Devido a sua composição, rochas carbonáticas estão sujeitas ao intemperismo, o que leva a um aumento de sua porosidade, conseqüentemente, a redução de suas características mecânicas.

Com objetivo de reduzir a problemática da deterioração, muitos tratamentos têm sido empregados para alterar as características das rochas. Repelentes de água tem sido aplicado para proteção da mesma contra agentes agressivos presentes na atmosfera. Visando reestabelecimento da coesão de seus grãos deteriorados tem sido usado consolidantes nas rochas, contudo ambos tratamentos estão sujeitos a controvérsias devido a suas ações não reversíveis, sua ação limitada, podendo até acelerar o processo de deterioração da rocha (REIS, 2017; SILVA, PASSARINI, et al., 2017).

O uso de bactérias na remediação de fissuras é um conceito pouco ortodoxo na pesquisa de concreto atual. Ele representa, contudo, uma nova abordagem para uma velha ideia de que a deposição microbiana de minerais ocorre em ambientes naturais. A

calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), especificamente, é inócua ambientalmente, quando comparada a polímeros sintéticos usados para reparos de concreto atualmente (TAGAKI, 2013)

Utilizar bactérias para a remediação de estruturas pode soar como uma ideia estranha, mas isso já se tornou uma realidade e esse novo método pode estar pronto para uso prático no futuro próximo. O concreto microbial, também conhecido como bioconcreto, é feito a partir de micro-organismos que ocorrem naturalmente à temperatura ambiente e, portanto, exigem menos energia para serem produzidos. Os micro-organismos utilizados são não patogênicos e não nocivos ao meio ambiente.

Além disso, diferentemente do cimento, solos ou terras contaminadas podem ser tratadas ou aprimoradas sem perturbar o terreno ou o ambiente, visto que os micro-organismos podem penetrar e se reproduzir no solo ou em quaisquer ambientes. A coleta desse recurso natural e renovável pode resultar em uma nova abordagem aos problemas geotécnicos ou de engenharia ambiental e trazer enormes benefícios à indústria da construção. A aplicação da tecnologia microbial à construção pode ainda simplificar alguns dos processos de construção e revolucionar as formas de novos processos construtivos (TRINDADE, 2015).

O uso do concreto microbial na engenharia tem se tornado cada vez mais popular. Suas possíveis aplicações consistem em aprimoramento na durabilidade de materiais cimentícios, reparo de monumentos de calcário, vedação de fissuras em concreto e até mesmo na produção de tijolos com alta durabilidade (CARMONA, et al., 2016).

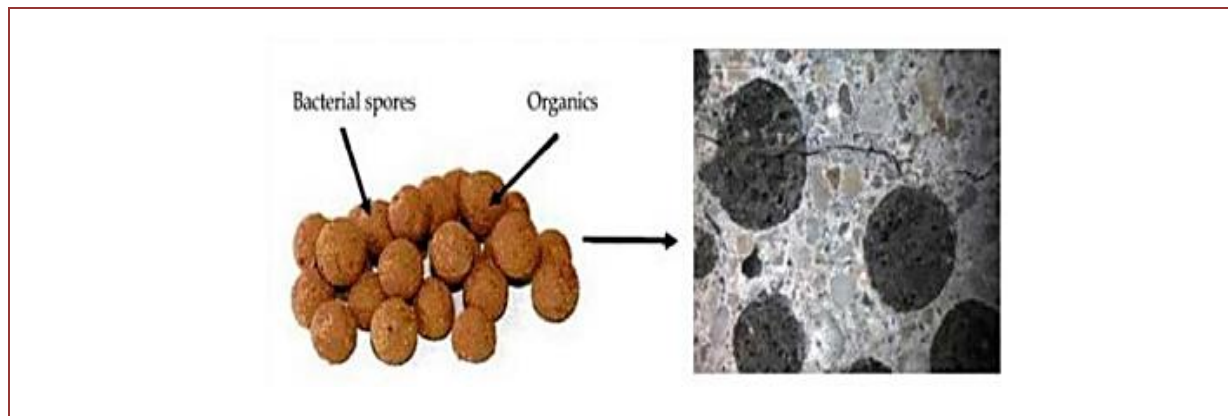
### **2.1.1. O BIOCONCRETO E SUA PREPARAÇÃO**

De acordo com o Engenheiro civil Saminar (2016), o bioconcreto pode ser preparado de duas maneiras. O primeiro método de preparação é a aplicação direta, ou seja, a solução no concreto conhecido como autor reparador, onde o conteúdo bacteriano é integrado no processo construtivo, porque enquanto o sistema de argamassa e líquido de reparo só entra em ação quando ocorre dano agudo dos elementos do concreto.

Segundo Saminar o concreto auto curativo é a mais complexa das variantes, os esporos bacterianos são encapsulados dentro de pellets de argila de dois a quatro milímetros de largura e adicionados à mistura de cimento com nitrogênio separado, fósforo e um agente nutriente. Essa abordagem inovadora garante que as bactérias permaneçam inativas no concreto por até 200 anos. O contato com nutrientes ocorre somente se a água penetrar em uma rachadura - e não ao misturar cimento. Essa variante é adequada para estruturas expostas ao intemperismo, bem como pontos de difícil acesso para trabalhadores de reparos. Assim, a necessidade de reparos manuais caros e complexos é eliminada.

O segundo método é o encapsulamento das bactérias junto ao lactato de cálcio em pastilhas geralmente de argilas expandida tratadas, e adicionadas juntas a mistura do concreto. Quando há fissura no concreto, a estrutura dos grânulos de argila é quebrada, assim dando o início do tratamento de reparação. E verificou também que este método usado em tem esporos das bactérias introduzidas junto com o lactato de cálcio em argila expandida, constatou que houve uma prolongação na vida útil das bactérias, observou que não teve perda de viabilidades ao longo do estado observada (Figura 1).

Figura 1 - Argila expandida (esquerda) junto com os esporos bacterianos e lactado de cálcio, e a introdução delas no concreto (direita).



Fonte: JONKERS (2015)

O método por encapsulamento é o mais usado que a de aplicação direta, porém mais cara também, inclusive é o método que Jonkers, foi quem desenvolveu essa técnica e fez a sua amostra suas amostras. De acordo com o Civil Engg. Saminar (2016) as bactérias *Bacillus* são inofensivas para a saúde humana, portanto podendo ser usada de uma forma eficaz e não causas algum tipo de problemas de saúde.

Segundo Jonkers (2015), esta reação é similar ao processo pelo qual a fraturas ósseas, no corpo humano, é naturalmente curada por osteoblastos que mineralizam para reconstituir o osso. Além disso, o consumo de oxigênio durante a conversão bacteriana do lactato de cálcio em calcário tem uma vantagem adicional, uma vez que o oxigênio, por ser um elemento essencial no processo de corrosão da armadura, é consumido na atividade bacteriana, o que contribui para o aumento da durabilidade das estruturas de concreto armado.

### 2.1.2. A APLICAÇÃO DO BIOCONCRETO NO MOMENTO ATUAL

A ascensão da popularidade do bioconcreto têm sido evidentes e o potencial inquestionável, decorrente disso, a inserção do bioconcreto no mercado tem se tornando cada vez mais uma realidade. A utilização do produto para reparação de estruturas precárias, antigas (como monumentos e locais históricos) ou até mesmo para melhorar propriedades em certos tipos de concretos a serem utilizados em situações específicas, apresentou extrema eficácia e conveniência (CARMONA, et al., 2016).

O bioconcreto foi idealizado para aplicação em estruturas marinhas ou próximas a litorais, que sofrem com ações de agentes externos agressivos como maresia e precipitações constantes, porém, a utilização do produto em outros ambientes hostis foi mais tarde constatada como extremamente proveitosa.

Além do enriquecimento de diversas características, a viabilidade de desenvolvimento e, posteriormente, aplicação vem atrelada tanto à redução considerável de custos quanto ao prolongamento da vida útil, consoante a sua aplicação. Nosso concreto vai revolucionar a maneira como construímos, pois, nos inspiramos na natureza (JONKERS, 2015).



O bioconcreto pode ser utilizado em todos os tipos de estruturas ou artefatos de concreto, como por exemplo, pré-moldados, blocos ou material de reparação, e um dos fatores que tem alavancado/contribuído para o aumento das pesquisas e estudos, visando o amadurecimento no objeto, é a voga da sustentabilidade na construção civil.

## 2.2. FISSURAS

Entende-se por fissura as manifestações patológicas que surgem nas estruturas de concreto por conta de ocorrências de tensões de tração acima da capacidade resistente do concreto. Podem ocorrer tanto no estado fresco como no estado endurecido do concreto e sua configuração. Sua posição na peça assim como a variação de abertura permite, em determinados casos diagnosticar o motivo de sua ocorrência. No entanto, ocorrem determinadas situações que dificultam a precisão, isso pode ocorrer por conta de mais de uma causa para o surgimento desse tipo de problema (AZEVEDO, 2011; EUZEBIO, et al, 2017).

Em função disso, processos naturais e atividades humanas criam fraturas e fissuras nas estruturas de concreto, o que torna prejudicial para a edificação, visto que essas podem reduzir a vida útil da construção. O aparecimento de fissuras é um caso considerado inevitável durante o processo de envelhecimento das estruturas de concreto, o que favorece a entrada de agentes agressivos, como o seu alcance à armadura de aço e conseqüentemente vem a corrosão.

Em determinados casos não há possibilidade de interditar a estrutura, por isso há a tentativa de desenvolvimento de tecnologias que venham fazer uso de micro-organismo para remediação de fissuras através da precipitação de carbono de cálcio (OLIVEIRA, 2015).

Nesse sentido é importante pontuar que as fissuras podem ser classificadas de acordo com a atividade que elas exercem na estrutura da obra, uma vez que esta é fator determinante do tipo de tratamento e material empregado na sua correção. As fissuras ativas, em especial os de variações de abertura e comprimento. As fissuras passivas ou mortas são as que estão estabilizadas, ou seja, apresentam a mesma dimensão. Sua origem encontra-se em fatores que já passaram pelo processo de eliminação antes da sua correção, ou sumiram de modo natural, como as fissuras devido a problemas estruturais e as fissuras de retração plástica, respectivamente (EUZEBIO, 2017).

Dentre as fissuras ativas, é possível citar aquelas decorrentes de variações térmicas, retrações por secagem ou hidráulicas, cargas dinâmicas e corrosão da armadura, reações expansivas com sulfatos e reação álcali-silicatos. Enquanto isso, as possíveis causas para fissuras passivas são: assentamento plástico, dessecação superficial, retração química ou intrínseca, movimentação das formas, variação térmica e sobrecargas (GONÇALVES, 2015).

A fissuração em elementos estruturais é inevitável, em função da grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração. Visando obter bom desempenho relacionado à proteção das armaduras quanto à corrosão e à aceitação sensorial dos usuários, busca-se controlar a abertura dessas fissuras. As fissuras podem ainda ocorrer por outras causas, tais como retração plástica térmica ou devido a reações químicas internas do concreto nas primeiras idades.



A NBR 6118 (2014), da ABNT, traz uma tabela (Tabela 1) com a abertura máxima das fissuras, sem que elas cheguem a ser nocivas para a estrutura, de acordo com o tipo de concreto e sua classe de agressividade ambiental

Tabela 1 - Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental

Tipo de concreto Estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA)	Exigência relativas à fissuração
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há
	CAA I	$w_k \leq 0,4 \text{ mm}$
Concreto armado	CAA II e CAA III	$w_k \leq 0,3 \text{ mm}$
	CAA IV	$w_k \leq 0,2 \text{ mm}$

Fonte: ABNT (2014)

Euzébio e colaboradores (2017), pontuam que no estado fresco ou em início de endurecimento, os surgimentos das fissuras ocorrem devido ao impedimento às deformações da massa, ao assentamento dos componentes e à retração do volume por perda de água. No caso de fissuras no estado endurecido do concreto, é o trabalho da estrutura juntamente com os esforços atuantes ao longo do tempo (Tabela 2).

Tabela 2 - As ações que podem gerar tais fissuras são:

Cargas atenuantes excessivas	Expansão do concreto
Concentração de esforços devido a falhas de execução	Corrosão das armaduras
Recalques diferenciais em fundações	Ação do fogo nas estruturas
Variações de temperatura	

Como apresentado na tabela 2, o projeto estrutural deve considerar essas ações e utilizar limites aceitáveis de estabilidade e segurança.

### 2.3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DO BIOCONCRETO

Em se tratando das vantagens do uso de bioconcreto essas proporcionam às estruturas de acordo com a sua utilização ou aplicação são inúmeras, o aumento da resistência em comparação com concretos comuns, na auto reparação das estruturas (fissuras ou trincas), ocorre considerável redução da corrosão do aço devido às características da bactéria, favorece ainda a redução da permeabilidade do concreto, o aumento da resistência a variações de temperatura e o fato de que a bactéria é inofensiva tanto ao ser humano quanto ao ambiente (OLIVEIRA, 2015).

Sendo assim, pode-se dizer que as vantagens são consideráveis, porém o aperfeiçoamento do produto pode potencializar tanto o seu rendimento quanto o seu controle.

Dentre das desvantagens tem-se aspectos menos relevantes, mas vale a pena citar alguns, como, o custo elevado em comparação com concretos comuns, o fato de que o crescimento de bactérias não é recomendável em nenhum ambiente, os estudos e o seu

desenvolvimento são caros, as pelotas de argila além de ocuparem bastante espaço na mistura (cerca de 20% do volume do concreto) podem propiciar a formação de “zonas de cisalhamento” e a árdua disponibilidade ou até mesmo inacessibilidade devido á recente emersão dessa tecnologia (MENDES, et al., 2016)

Diante desse contexto o produto é vanguardista e os estudos são recentes, portanto, as desvantagens são as esperadas (por exemplo, o preço que do m<sup>3</sup> é majoritariamente referente ao custo elevado do Lactato de Cálcio no mercado, e ao encapsulamento da bactéria nas pelotas), entretanto as previsões são otimistas. "Apesar de ser mais caro que o concreto tradicional, o benefício econômico é perceptível, pois economiza em custos de manutenção" (JONKERS, 2015). A maior vantagem e finalidade do produto é, sem dúvida, a redução ou minimização da constante intervenção humana de correção de estruturas, que consiste, basicamente, no processo de remoção e reparação dos locais afetados,

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Metodologia é o conjunto de métodos e técnicas utilizados para a realização de uma pesquisa. Ela abrange desde a sua concepção e preparação para entrada em campo até as etapas de tratamento, apresentação, descrição e a interpretação dos dados de uma forma inter-relacionada e ordenada de modo que os resultados se apresentem de acordo com a problemática detectada e os objetivos sejam atingidos.

#### **3.1. FINALIDADE DA PESQUISA**

A pesquisa tem por finalidade identificar a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos

#### **3.2. TIPO DE ESTUDO**

Estudo exploratório, descritivo com abordagem qualitativa. A pesquisa ocorreu em um único espaço de tempo em que se utilizou a pesquisa bibliográfica. A pesquisa exploratória visa à descoberta, o achado, a elucidação de fenômenos ou a explicação daqueles que não eram aceitos apesar de evidentes. A exploração representa, atualmente, um importante diferencial competitivo em termos de concorrência (PRODANOV, FREITAS, 2016).

#### **3.3 .MÉTODO DE PESQUISA**

No método qualitativo o pesquisador procura verificar um fenômeno por meio da observação e estudo do mesmo. A pesquisa qualitativa segundo Minayo (2011) tem como objetivo proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador sobre assunto, para que possam ser formulados problemas mais sucintos ou novas hipóteses a serem pesquisadas por estudos futuros.

### 3.4. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE PESQUISA

Quanto aos procedimentos técnicos da pesquisa será bibliográfica. A pesquisa bibliográfica segundo Minayo (2011) é o fundamento que ampara todo o plano de investigação, pois é através desse referencial teórico que o investigador se atualiza sobre o assunto indicado e aumenta seus conhecimentos teórico e intelectual. A mesma é realizada com base em material publicado em livros, jornais, revistas e que sejam disponibilizados ao público em geral.

### 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

O bioconcreto é uma metodologia que vem se apresentando como uma alternativa que poderá aumentar o tempo de vida útil das estruturas de concreto e com isso reduzir os custos de manutenção. Sua capacidade de auto recuperação é importante em especial para as estruturas de concreto armado que se encontram enterradas ou sejam de difícil acesso (NEVILLE, 2016).

Mediante esses fatos, sua comercialização ainda não ocorre em grande proporção, uma vez que os testes realizados foram em pequenas escalas. Isso significa que de modo teórico os testes estão correspondendo às expectativas sobre os preenchimentos dos vazios criados por fissuras, trincas ou rachaduras.

Com base na literatura consultada dando resposta aos objetivos definidos para a realização desse estudo verificou-se a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos. Na prática o uso do bioconcreto se torna importante para cura das rachaduras que se apresentam em edifícios (Figura 2), construídos com estrutura de concreto, onde quando da utilização do bioconcreto em sua composição construtiva são regenerados quando as bactérias presentes no produto entram em contato com a água. Ao penetrar nas fissuras do bioconcreto de acordo com Vieira (2017), a umidade estimula essa bactéria a qual passa a consumir o lactato, cujo resultado final é a produção de calcário, a substância encarregada de realizar o reparo do material em três semanas.

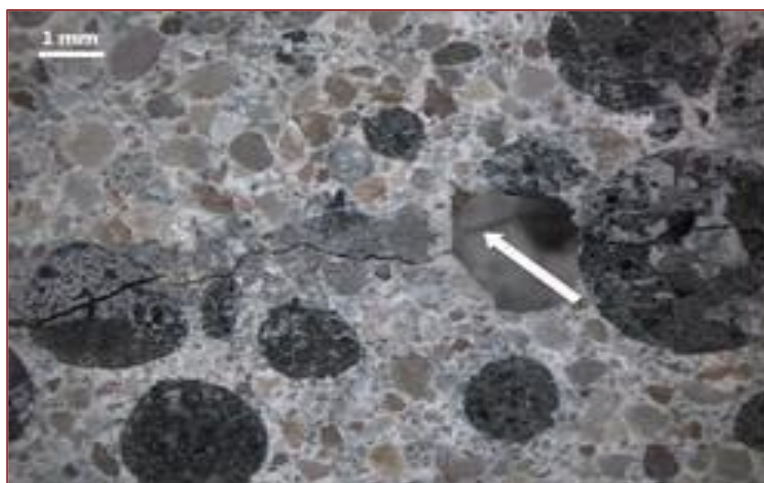
Figura 2 – Rachadura apresentada na parede de concreto de um edifício



Fonte: Vieira (2017)

Analisando a figura 2, verifica-se que a parede apresenta rachadura na parede de uma edificação residencial, onde foi realizado o teste com uso do bioconcreto conforme apresentado na figura 3, que apresenta o bioconcreto no processo de autocura.

Figura 3 – Bioconcreto no processo de autocura



Fonte: Vieira (2017)

A partir da liberação do carbonato de cálcio de acordo com a figura 3 que caracteriza o processo de autocura, foi verificado que a rachadura inicia o seu processo de fechamento onde o espaço vazio vai sendo preenchido nos decorrer dos dias em que ocorre a liberação de carbonato de cálcio, sendo o encerramento do fechamento total apresentado na figura 4.

Figura 4 – Fechamento de fissura



Fonte: Vieira (2017)

Como apresentado na figura 4, o uso de bactérias na remediação de rachaduras ou fissuras, é pensado como um conceito diferenciado dos princípios que envolvem o concreto atual. Contudo, representa uma nova abordagem de tecnologia construtiva sobre a deposição microbiana de minerais que vem sendo analisado como um conceito os esporos bacterianos dormentes contidos em grânulos de argila (círculos preto e cinza)

germinam quando as rachaduras os expõem à umidade, iniciando o processo de fechamento da rachadura apresentada na edificação, evitando, portanto, o aumento da patologia na estrutura. (SEIFAN, et al, 2016),

Diante dessas acepções, se uma parede construída com o bioconcreto apresentar alguma patologia como, rachaduras, trincas ou fissuras, as bactérias serão expostas aos elementos físicos como a água, que ao ser infiltrada nos vãos da patologia apresentada na estrutura da edificação tornam-se ativas e prontamente começam a produzir calcário tendo como resultado o processo de autorregeneração.

Em se tratando do fator econômico, mesmo sendo considerado mais caro que o concreto convencional o retorno do investimento é garantido, em pesquisas realizada por Jonkers (2015), os achados foram satisfatórios e eficazes quanto aos aspectos técnicos, sobre os aspectos econômicos mesmo sendo mais oneroso o bioconcreto apresenta maior garantia do que os reparos convencionais, pois enquanto a autorregeneração ou auto cura do bioconcreto trabalha por si, o reparo convencional demanda mão de obra tornando mais caro como aponta Jonkers (2015), somente na Europa ocorreram gastos de 22 bilhões de reais ano na restauração de edifícios danificados.

O pesquisador afirma que o bioconcreto é eficiente não somente na construção dos alicerces da obra, mas também em sua recuperação. Afirma ainda que o bioconcreto tem sua eficácia na recuperação de edificações antigas com propensão a abalos (SEIFAN, et al., 2016)). Ao analisar comparações relativas à produção, desempenho estrutural e custos envolvidos com a utilização de bioconcreto através de estudo realizados por Saminar, mostraram que o bioconcreto de fato é comprovadamente eficiente, podendo ser aplicado com segurança, pois demonstrara sua capacidade de autocura do concreto.

Dando continuidade ao estudo identificou-se que é eficiente a viabilidade técnica e econômica na substituição do concreto comum pelo bioconcreto, onde as vantagens potenciais desse são principalmente a redução de custos de manutenção e reparação de construções de concreto, além de ter um material sustentável.

Dessas acepções pode-se ressaltar que a evolução dos métodos construtivos está associada à uma mudança cultural quanto a execução de bons projetos, com análise detalhada de riscos e planos de ação fundamentados no envolvimento de toda a parte técnica para alternativas para o desenvolvimento de todas as etapas construtiva, e o uso do bioconcreto é mais uma das evoluções desses métodos.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo foi realizado com o objetivo de identificar a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos. Os resultados apresentados mostram que o bioconcreto cumpre a sua função quanto aos aspectos técnico e econômicos, fato comprovando na literatura pesquisada. Em estudos realizados por pesquisadores da construção civil, foi verificado que o bioconcreto pode trazer consigo uma nova técnica construtiva, pois a partir do uso desse trará de modo significativo a manutenção em edificações que possam apresentar patologias decorrente do processo construtivo. O bioconcreto é um material que veio para revolucionar a construção civil. Considerado como um processo revolucionário das edificações como solução para as rachaduras no concreto comum depois de um longo tempo de uso.



Isso comprova que a cada ano a ciência se fortalece, cresce e desenvolve novos sistemas e mecanismos que auxiliam nas práticas da construção civil. Dadas as facilidades na obtenção de matérias prima, aumenta-se proporcionalmente a quantidade e a velocidade das obras. Nesse contexto é sabido que, para agregados leves, deve-se submergi-los em água por um período de 24 horas antes de sua utilização. Essas experiencias vem revolucionando o mercado da construção civil como alternativa de durabilidade e vida útil da edificação.

Assim sendo, salienta-se que a utilização de bactérias na autorregeneração de fissuras apresentadas em edificações, faz com que o bioconcreto seja classificado como uma técnica ativa no combate a rachadura e fissuração. Diferente dos métodos passivos, que só são capazes de agir quando são aspergidos, ou injetados no local onde se encontra a patologia, o que não acontece com o bioconcreto, esse consegue regenerar-se de modo mais eficiente, especialmente quando se trata de fissuras internas.

Considerando o exposto, fica claro que o bioconcreto previne quanto à flutuação das partículas de argila na superfície do concreto. Desse modo, é possível comprovar a sua viabilidade econômica que surge do pressuposto de que seu uso na execução da obra, evita fissuras, rachaduras e trincas. Com isso, é relevante enfatizar que as empresas construtoras devem buscar sempre a melhoria na qualidade de seus produtos e processos.

Na construção civil, especialmente quando se fala em edificações, percebe-se que vem ocorrendo um constante processo na evolução técnica de engenharia, buscando a qualidade e a redução dos custos e do prazo de execução da obra, significando que, o bioconcreto é a técnica construtiva ideal para as empresas construtoras utilizarem e seus empreendimentos.

Com relação ao estudo realizado, foi observado que o bioconcreto é um tipo de método construtivo, que vem sendo empregado de modo gradativo, e à medida que vai sendo empregado vai sendo aperfeiçoado de modo que se torne uma ferramenta construtiva eficiente e prática na garantia da qualidade do produto final, ou seja, a entrega do edifício aos usuários.

A maior contribuição prática desta pesquisa foi colaborar para a reflexão sobre a eficácia do bioconcreto para a construção civil no que abrange os aspectos técnicos e econômicos. Espera-se ainda que este estudo possa contribuir para que haja a discussão de um tema cada vez mais relevante e importante como o bioconcreto aplicado na construção civil.

Espera-se ainda que este estudo possa contribuir para que haja a discussão de um tema cada vez mais relevante e importante como o uso de bioconcreto como solução para fissuras, trincas e rachaduras na construção civil como mais uma técnica inovadora para a construção civil. Nesse mesmo cenário, discutir sobre a importância do engenheiro civil que atua no canteiro de obra e que busca realizar suas atividades com tecnologias inovadoras de modo eficiente e eficaz primando para que ao concluir todos os processos construtivos esses sejam realizados de acordo com as normas estabelecidas para esse fim.



## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- [2] AZEVEDO, Minos Trocoli de. Patologia das Estruturas de Concreto. In: ISAIA, Geraldo C.
- [3] (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. 1a. ed. São Paulo: IBRACON, 2011.
- [4] CARMONA FILHO A.; CARMONA T. Fissuração nas estruturas de concreto – Boletim Técnico. Mérida, México: ALCONPAT, 2016. 18 p. Disponível em: <<http://alconpat.org.br/wpcontent/uploads/2012/09/B3-Fissura%C3%A7%C3%A3o-nas-estruturas-de-concreto.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2020
- [5] EUZÉBIO, L. A.; ALVES, T. R.; FERNANDES, V. A. Bioconcreto: estudo exploratório de concreto com introdução de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, acetato de cálcio e ureia. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- [6] GONÇALVES, E. A. B. Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. 2015. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- [7] JONKERS, Henk Marius. Bacteria-based self-healing concrete. *Tudelft* [internet]. 2015; 56 (1/2): 12. Disponível em: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:8326f8b3-a290-4bc5-941d-c2577740fb96?collection=research>. Acesso em: 28 de out. 2020.
- [8] MENDES, M. V. A.; SILVA, A. C.; BARBOSA, D. H. B. M. Substituição do agregado miúdo por magnetita na composição do concreto. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 19, p. 513-523, 2016.
- [9] MINAYO, M.C.S. O desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, S.F.; Gomes, R.; Minayo, M.C.S. (org.). *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 25. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2011. p. 13-21.
- [10] NEVILLE, A.M. *Propriedades do Concreto*. 5 ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2016.
- [11] OLIVEIRA, T. Y. M. *Estudo Sobre o Uso de Materiais de Construção Alternativos que Otimizam a Sustentabilidade em Edificações*. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2015.
- [12] PRODANOVE, Cleber Cristiano, FREITAS, Ernani Cesar de. *Metodologia do trabalho científico [recursos eletrônicos], métodos e técnicas do trabalho de pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2016.
- [13] REIS, Luann Vieira dos. *Biotecnologia microbiana da construção: potencial de biomineralização de bactérias ureolíticas de solo de cerrado e de rejeitos de construção civil*. 2017.
- [14] SANTOS, Altair. Bactéria pode dar “imortalidade” ao concreto. 2017. Disponível em: [www.cimentoitambe.com.br/bactéria-pode-dar-imortalidade-ao-concreto](http://www.cimentoitambe.com.br/bactéria-pode-dar-imortalidade-ao-concreto). Acesso em: 21 out. 2020.
- [15] SANTOS, Maurício Ruas Gouthier dos. *Deterioração das Estruturas de concreto armado – Estudo de Caso*. 2012. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

- [16] SEIFAN, M., SAMANI, A. K. & BERENJIAN, A. Bioconcrete: next generation of self-healing concrete. *Applied Microbiology and Biotechnology* v. 100, p. 2591–2602, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7316-z>>. Acesso em: 27 out. 2020
- [17] SILVA, Felipe Portela Candido; PASSARINI, Victor de Carvalho; SANTOS, Fernanda Cristina Storte. Bioconcreto: A tecnologia para construção sustentável. *INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation.* , 2017, v. 5, n. 2, p. 41-58. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/1678>. Acesso em 23 nov. 2020.
- [18] TAGAKI, Emilio M. Concretos Autocicatrizantes com Cimentos Brasileiros de Escória de Alto-forno Ativados por Catalisador Cristalino. 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeroportuária) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.
- [19] TRINDADE, Diego dos Santos da. Patologia em estruturas de concreto armado. 2015. Trabalho De Conclusão De Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro De Tecnologia, Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- [20] VIEIRA, Juliana Aparecida. Biodeposição de CaCO<sub>3</sub> em Materiais Cimentícios: Contribuição ao estudo da biomineralização induzida por *Bacillus subtilis*. Dissertação de mestrado. UFRGS, Porto Alegre, 2017. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170983/001051690.pdf?sequence=1>> Acesso em: 23 nov. 2020.

# Capítulo 12

## *Programa de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem na cidade de Manaus*

*Geovane Simão Correa*

*Fábio Guilherme Gonçalves*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O crescimento desordenado das metrópoles e a falta de planejamento urbano tem desencadeado a impermeabilização das bacias, fazendo com que os rios urbanos se tornem grandes fontes geradoras de alagamentos, causando enchentes em vários pontos das cidades brasileiras. Sendo também Manaus uma das cidades afetadas, dentro da temática de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem e tendo em vista a sua previsão no decreto municipal nº 2.684, de 27 de dezembro 2013, existe hoje a instalação das redes de drenagem em Manaus, mas por anos ficam sem receber manutenção, o que faz com que as redes de drenagem fiquem sobrecarregadas, procurando analisar os problemas gerados pela falta de manutenção nas redes de drenagem de Manaus, analisando a região e utilizando-se de monografias, teses, e livros, como base para o desenvolvimento de métodos de controle para auxiliar a melhorar o desempenho das atividades de manutenção regular nas redes de drenagem, com intuito de minimizar, mesmo problemas rotineiros causados pela falta de manutenção, como entupimentos e alagamentos, buscando também com o auxílio de um software, realizar uma simulação de modelagem de uma bacia de retenção e infiltração, afim de se obter um sistema de drenagem sustentável e mais eficiente, a finalidade de reduzir problemas como alagamentos decorrentes de sobrecargas nas redes de microdrenagem gerando assim uma melhor qualidade de vida a população da Cidade de Manaus.

**Palavras chave:** Gerenciamento, Drenagem Sustentável, Microdrenagem, Cidade de Manaus.

## 1. INTRODUÇÃO

A constante e acelerada expansão das cidades brasileiras e a falta de planejamento urbano acarretaram a excessiva impermeabilização das bacias, gerando a canalização dos rios urbanos, que posteriormente são cobertos por concretos e avenidas, produzindo assim inundações em diferentes regiões do país.

A ocorrência de inundações tem se tornado mais frequente, todos os anos áreas urbanas e ribeirinhas são afetadas, não apenas por todo o país, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT de 2012), o nível elevado de inundações causam perdas de 1 bilhão de dólares por ano, principalmente em razão da ocupação desordenada de margens de rios, um dos fatos que mais contribuem para alagamentos nas áreas urbanas, é o nível elevado de a obstrução nas redes de drenagem, que não recebem manutenção .

Procurando analisar os problemas gerados pela falta de manutenção, usando monografias, teses, e livros, como base para o desenvolvimento de métodos de controle, assim como um sistema de teste de uma bacia de microdrenagem para auxiliar melhorar o desempenho da atividade de manutenção regular nas redes de drenagem, com intuito de minimizar problemas rotineiros causados pela falta de manutenção, como entupimentos, alagamentos e inundações, com a análise verificou-se que um cronograma para manutenção de redes de drenagem, têm relação positiva e direta com o uso de recursos públicos de forma benéfica para a população (FERNANDES et al. 2017).

Foi verificado assim possível criação e implementação de um sistema de gerenciamento de manutenção voltado as redes de drenagem em prol de melhorar a funcionalidade de sistema de manutenção nas redes de drenagem urbana , (BRAGA, J.O. 2016).

Objetivando a importância de um controle de gerenciamento mais eficaz e organizado, segundo Victor S. F. Mota et al. (2019), um sistema voltado a manutenção das redes de drenagem, utilizando-se de todas as ferramentas possíveis (software guia de gerenciamento, planilhas de desempenho, caminho critico, entre outros, que possam auxiliar na grande jornada da melhoria urbana, gerando maior qualidade de vida para população da cidade de Manaus).

Para através de analisa e teste, implementação da existência de um sistema um gerenciamento de manutenção preventivo e eficaz, nas redes de drenagem, buscando realizar o que esta previsto no decreto municipal nº 2.684, de 27 de dezembro 2013, que especifica a manutenção periódica nas redes de drenagem da cidade de Manaus. Muitas das redes de drenagem instaladas ficaram por anos sem receber manutenção, o que fez com que as redes de drenagem fiquem sobrecarregadas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

À luz das teorias existentes do gerenciamento estratégico e administrativo voltado a manutenção e projetos do pmi - project management institute, e do sistema pmbook - project management base of knowledment, bem como na associação brasileira de normas técnicas que dispõe sobre o gerenciamento de manutenção, tendo em si renomados livros de gerenciamento.

Na procura para envolver em todas as fases do projeto desde a sua iniciação para a sua concepção consideramos as referências de pesquisas analisamos as interações de todas as etapas subsequentes do projeto para a implementação de um programa de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem, (TARGA, M. S. et al. 2012).

E conformidade com o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) do município de Manaus, buscando analisar a implementação medidas de controle distribuída na fonte na microdrenagem e com controle de hidrogramas sobre loteamentos próximos. Por intermédio da controle de manutenção de redes de drenagem dentro de um programa controlado de gerenciamento, com o devido acompanhamento (JAMES MCGRATH, 2014).

Tendo como base o gerenciamento de manutenção sustentável das redes de drenagem urbana, o autor Fernandes et al. (2017) explica a importância do uso de um software de controle, com a finalidade de minimizar desastres urbanos provocados por alagamentos .

Sendo realizado o uso do hidrograma, para realizar a reprodução gráfica de quantitativos de dados de vazão e tempo, tornando assim possível a previsão e antecipação de eventos que podem levar a alagamentos, sendo possível assim a identificação das áreas que mais necessita de um planejamento mais elaborado, assim como auxilia na implementação da manutenção de forma periódico e mais bem controlado (COLLISCHONN, DORNELLES, 2013).

Assim sendo utilizamos dos recursos de análises de renomados autores bem como do software sap para promover o trabalho, voltado a programa de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem na cidade de Manaus.

O crescimento populacional transforma significativamente as paisagens, deixando-as cada vez mais urbanizadas Oliveira, (2010). Na maioria das vezes, com uma forma de planejamento que não contempla a cidade como um todo, apenas fragmentos desta, isto acarreta, dentre outras consequências, em profundas modificações no uso do solo, (BRAGA, J.O. 2016).

Tais alterações são cada vez mais perceptíveis no que se referem às respostas hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando como efeitos mais notáveis o aumento do escoamento superficial e a diminuição da infiltração. Ocorre uma mudança no comportamento do escoamento das águas de chuva, levando ao incremento de cheias e inundações (VICTOR S. F. MOTA et al. 2019).

Também um forma observada para contribuir com uma melhor manutenção nas redes de drenagem, pode-se implementar um sistema único de águas residuais doméstica, podendo conter poços de visita, sendo estes dispositivos passíveis de substituição, por terminais de limpeza, que permitem a introdução de equipamentos de limpeza e substitui o poço de visita, (OLIVEIRA E BRAGA, 2018).

Outra alternativa eficiente, é a utilização de caixas de passagem para uma maior desenvoltura no fluxo de passagem da água, a câmara sem acesso utilizada em mudanças de material e direção ou de declividade, (SILVEIRA, 2010)

Foi desta forma levado em consideração os ensinamentos do autor Mota Victor (2019) que explica que o uso de tubos de inspeção e limpeza, ajudam muito para uma manutenção mais refinada, pois os tudo são dispositivos muito importantes que permitem a introdução de equipamentos de limpeza em seu interior.

Adotou-se a visão de que o sistema de esgoto sanitário depende da geografia da região, e que a quantidade a qualidade do esgoto, depende do numero de usuários e da quantidade redes coletoras, tanto de tratamento domestico como industrial, (JAMES MCGRATH, 2014).

Buscando um sistema mais eficaz e objetivo no que tange a necessidade de se avaliar sistemas de redes de drenagens que estão muito antigos, mas que poderiam ser melhor reaproveitados, através de novas interligações de redes, fazendo primeiramente o devidos cálculos de base, para se ter o real volume das galerias e só então buscar os meios de interligação mais inteligentes para aquela área da região, executando medidas de controle de alagamentos de forma mais construtiva e baseada e cálculos e teste de real vazão, para só então assim implementar as mudanças necessárias, tornando o fluxo de vazão mais mensurável, para assim realizar uma manutenção de rede de drenagem mias assertiva e periódica, (FERNANDES et al. 2017).

Na busca por meios mais eficientes para se ter um sistema de drenagem mais sustentável, foram considerados diversas possibilidades, como um plano de manutenção periódico a ser seguido e acompanhado, mesmos com postagens no próprio portal da transparência online da cidade de Manaus, como intuito de mapear áreas de alagamento e assim trabalhar nesta áreas de forma periódica como explica o autor James Mcgrath, (2014), com o intuito de existir e mais acertava no planejamento, faz-se necessário um maior controle dentro das etapas que compõem o trabalho.

Sendo de vital importância para o bom funcionamento das redes coletoras a conscientização e o envolvimento da população, no cuidado e prevenção das redes, com a finalidade de se evitar a obstrução das redes coletoras de esgoto, sendo necessário um trabalho social voltado ao amadurecimento da população quanto a importância do descarte final correto dos resíduos sólidos, com o intuito de se evitar assim transtornos decorrentes de alagamentos e enchentes, provenientes em grande parte pela obstrução das redes coletoras de esgoto sanitário, ocasionada pela descarte incorreto de material solido (TARGA, M. S. et al. 2012).

### **3. METODOLOGIA**

O trabalho tem como demarcação de estudo o sistema drenagem pluvial da cidade de Manaus, o saneamento básico é de vital importância para promoção da saúde e bem estar da população.

O ponto de partida do estudo no Município de Manaus é a Av. Constantino Nery, do bairro Flores, de acordo com o Diário Oficial de Manaus, na Lei 1.401/2010, consta que o bairro Flores tem uma área de 1.311,57 ha.

Tendo como ponto inicial a Av. Pedro Teixeira junto ao Igarapé dos Franceses, que segue sentido a Av. Max Teixeira e chega ao ponto do Igarapé do Binda, o bairro em si tem grande fluxo viário, sendo também parte da Arena da Amazônia e do Aeroclube e da Rodoviária Central da cidade Manaus, sendo uma via de ligação ao centro da cidade, o que a torna assim uma das principais vias da cidade.



Através do software Storm Water Management Model, aplicados nas áreas delimitadas, pode-se ter uma amostragem, para base de escoamento superficial na cidade Manaus, utilizando-se software para geração do hidrograma de escoamento superficial, assim como o levantamento da modelagem para levantamento de redes existente e análise de pontos críticos, assim como os resultados do hidrograma de projeto.

Empregou-se também a utilização um software de gestão de projetos, com o auxílio do (PMI) Project Management Institute, com o objetivo e manter maior controle no campo de manutenção preventiva de redes de drenagem e não apenas a manutenção corretiva, mas uma manutenção periódica e controlada por tempo e por área de maior ou menor vazão (JAMES MCGRATH, 2014).

Logo foi realizado o levantamento para a implementação de um processo de manutenção preventivo nos sistemas de drenagem do município de Manaus, com o intuito de evitar e corrigir problemas de obstruções, entupimentos de bocas de lobo e rompimento de ramais e coletores obtendo-se assim melhor desempenho no escoamento dos sistemas de drenagem, antecipando-se ao problema, e principalmente reduzindo prejuízos causados com inundações e alagamentos.

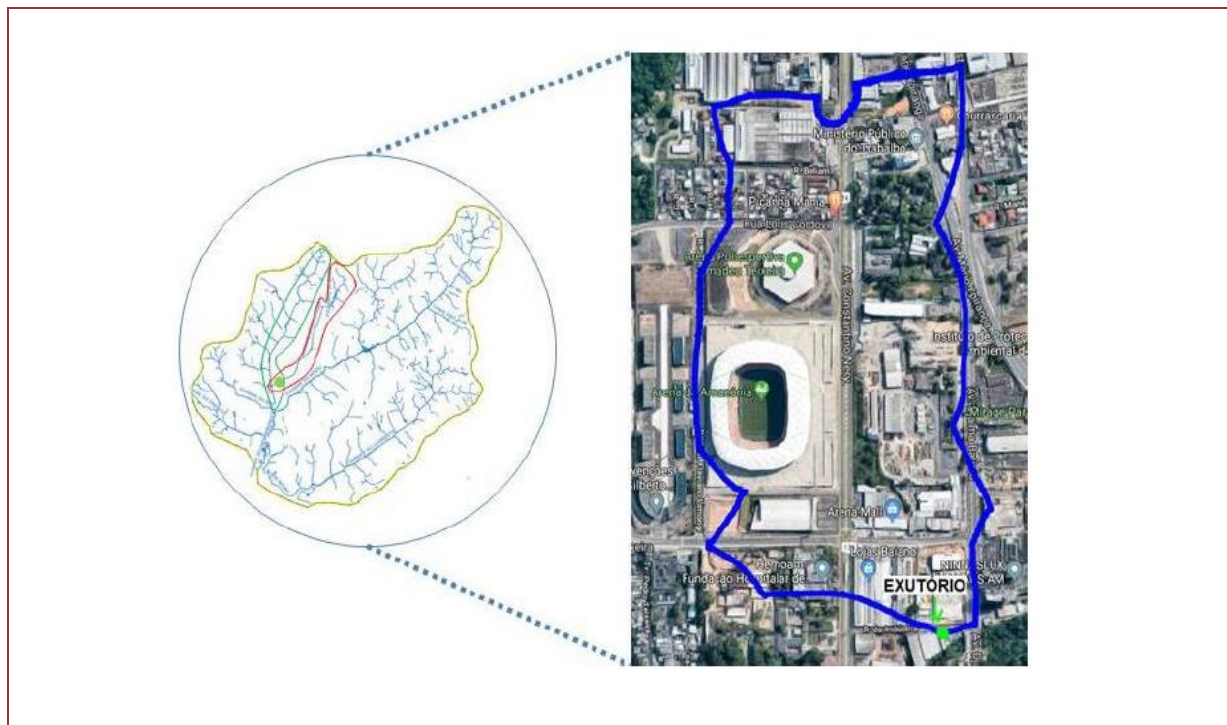
### **3.1. ÁREA DE ESTUDO**

O trabalho realizado tem sua base na busca pela melhoria de processos de manutenção, através da análise e comparação de dados verificados, a pesquisa se configura em uma análise de natureza qualitativa, voltada para a existência de um gerenciamento de manutenção eficaz nas redes de drenagem urbana da cidade de Manaus.

Para o estudo de análise, foi utilizado o mapa topográfico da município de Manaus, utilizando-se do Google Maps, delimitando a área da Arena da Amazônia marcada de Azul, que compreende a sub-bacia do igarapé dos Franceses e do Igarapé do Binda, a área na (cor verde) a esquerda Igarapé dos Franceses e a área na (cor vermelho) o Igarapé do Binda, a área de estudo demarcada pelo círculo (cor verde), a direita área de contribuição com indicação do enxutório (3°5'13,42"S,60°01'29,63"W). ver Figura 1.

A área de contribuição para os Igarapés foi estimada a partir da galeria da Av. Constantino Nery, considerada como o ponto principal de escoamento, obtendo-se assim estão aproximada de 48,68ha.

Figura 1. Google Maps, Manaus/AM.



### 3.2. COLETA DE DADOS

Os dados coletados foram em grande parte em níveis de variáveis quantitativas segundo o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) do município de Manaus, relativo as vazões do sistema de drenagem pluvial e da intensidade da precipitação, também foi observado variáveis quantitativas de referencia com os tipos de drenagem existentes, sendo elaborado um programa de manutenção periódico de drenagem sustentável para minimizar e solucionar os problemas de alagamento urbano.

Também foi obtido dados de intensidade de chuva, de uma análise temporal de um período de 8 anos, isso por meio de pontos de captação pluviométrico da cidade de Manaus, por meio da estação pluviométrica da Escola Tecnológica (EST),sendo possível assim a análise de projetos de drenagem antigos fornecidos pela Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF), foi realizado também um levantamento por amostragem de algumas bocas de lobo existentes, onde foram feitos registros fotográficos e locação dos dispositivos de drenagem.

Um dos instrumento de coleta de dados é baseada na Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT - NBR 5462 de 1994 que dispõe sobre o gerenciamento de manutenção, e no renomado sistema de gerenciamento de projetos o PMI – PMBOK, ferramenta de controle efetivo de manutenção, construção e montagem o sistema de verificação de dados e conferencia.

Assim como modelo de gerenciamento de aguas pluviais da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos é um modelo dinâmico de simulação de escoamento pluviométrico-escoamento como a o software Storm Water Management Model.

Também se empregou o uso relevante de livros conhecidos de prestigiados autores dentro do ramo do gerenciamento em processos de manutenção, gestão e administração, com base nas pesquisas realizadas verificou-se o uso de importantes considerações acerca do gerenciamento.

Como parâmetros adotados para de simulação, foram utilizados 4 variáveis

1º Propagação, por onda dinâmica, por ser um método que abrange os fenômenos hídricos da dinâmica de escoamento.

2º Infiltração, por curva numérica, por ser de fácil acesso a os dados hidrológico dos solos.

3º Mecanismos, apenas por precipitação, por ser a análise apenas do comportamento do escoamento gerado.

4º Tempo da simulação, utilizados 10 minutos para a observação do resultado, com esse tempo pode-se tirar recortes do comportamento de rede de 6 vezes ao longo de uma hora, tornando a análise menos exaustiva e com um nível de detalhamento suficiente para ser analisado.

### 3.3. HIDROGRAMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O calcular de hidrograma de escoamento superficial de infiltração potencial (S) (Equação 1) dada em função de precipitações máximas (P) acumuladas a cada 10 minutos foi utilizado o método da Curva Número do Natural Resources Conservation Service (NRCS). O valor adimensional da Curva Número (CN) tido como sendo 96,03 por meio do PDDU de Manaus, considerando que classes mais impermeáveis apresentam CN mais elevados e sendo assim indicam menor potencial de infiltração e maior escoamento superficial da água (TARGA et al., 2012). Por meio dos valores de (P) de registro da estação meteorológica localizada na Escola Superior de Tecnologia (EST), entre os anos de 2010 a 2018, e dos valores obtidos através da Equação 1, dá-se o valor da precipitação efetiva (Pe) por meio da Equação 2, dada em mm, para os tempo da análise.

Equação 1.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Equação 2.

$$Pe = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$

O hidrograma é a reprodução de dados graficamente da vazão em um dado tempo para uma área de drenagem. Conforme Silveira (2010), o Hidrograma Unitário (HU) apresenta um volume unitário gerado por uma chuva unitária, com duração e altura unitária (COLLISCHNN, DORNELLES et al. 2017).

Por meio do HU pode-se calcular o hidrograma curvilíneo total de uma chuva, com altura pluviométrica e de mesmo sentido igual da que originou o HU. Por essa forma, a fim de fixar os valores do hidrograma unitário, deu-se o calculo do tempo de

concentração da área por meio da Equação 3, sendo usado a fórmula de Schaake et al.(1967), disponível no PDDU de Manaus (2014).

Tc é o tempo de concentração da área, em horas, L é o comprimento do talvegue, em Km, I a declividade, em m/m, e Aimp é a fração impermeável da área.

Equação 3.

$$T_c = \frac{0,0828 \times L^{0,24}}{I^{0,16} \times A_{imp}}$$

Após calculou-se o tempo de duração da precipitação (Td) em função do tempo de concentração, o tempo de pico (Tp) e o tempo de base (Tb), em hora, por meio das Equações 4, 5 e 6, respectivamente.

Equação 4.

$$T_d = \frac{T_c}{4}$$

Equação 5.

$$T_p = (0,5 \times T_d + (0,6 \times T_c))$$

Equação 6.

$$T_b = 2,67 \times T_p$$

De posse dos valores derivados da área da sub-bacia e das variáveis hidrográficas, deu-se o cálculo do hidrograma unitário de acordo com a (Equação 7), sendo considerado (A) como a área da bacia em Km<sup>2</sup> e (Qp) a vazão de projeto em m<sup>3</sup>/s . x

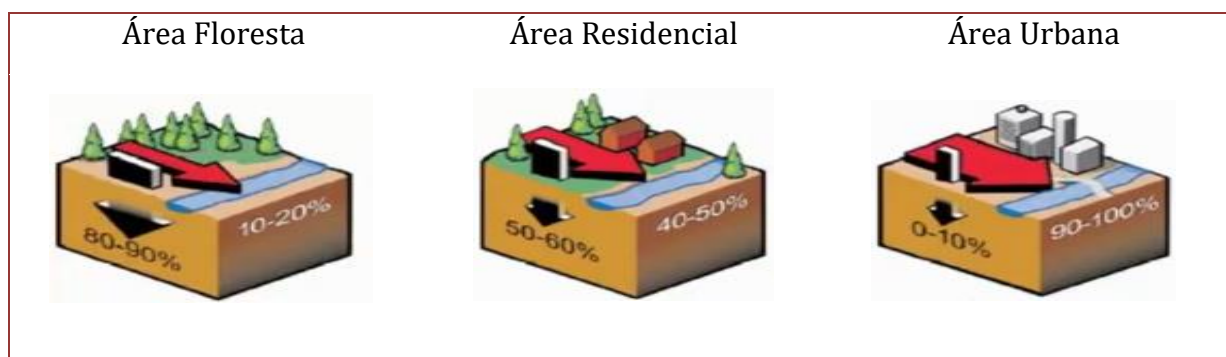
Equação 7.

$$Q_p = \frac{2 \times P \times A \times 1000}{T_b \times 3600}$$

Tem o valor do HU, efetuou-se o calculo do hidrograma de escoamento superficial por meio da convolação da precipitação efetiva e as ordenadas do HU. Por ser o estudo de abrangência a apenas um pequeno trecho da bacia, o hidrograma de projeto foi descrito pelo hidrograma de escoamento superficial.

Abaixo segue na figura um modelo de nível de retenção da água na superfície, ver (Figura 2).

Figura 2. Drenagem Pluvial Urbana (ANA – Agencia Nacional de Águas)



Podemos observar que dependendo do tipo de superfície, a água pode demorar mais tempo para infiltrar no solo, a superfície de área florestal por exemplo, com um nível de vegetação entre 80% a 90% tem um nível de retenção mais baixo em sua superfície, o que não ocorre na área considerada urbana, onde a retenção da água na superfície atinge níveis mais elevados, como observamos nas setas vermelhas.

### 3.4. ETAPAS DA MODELAGEM (STORM WATER MANAGEMENT MODEL)

Etapas da modelagem:

- 1º. Levantamento de uma rede existente em uma dada área e a definição dos pontos críticos representativos, a saber: bocas de lobo de extremidade e pontos baixos, poços de visita com maiores conexões e tubulações principais.
- 2º. Introdução dos dados no programa Storm Water Management Model (SWMM) seguido de análise e definição das propriedades geométricas de uma dada rede (cotas, inclinações e dimensões).
- 3º. Definição do evento hidrológico de projeto. Utilizando o hidrograma gerado para uma dada precipitação.
- 4º. Definição dos parâmetros de simulação: modelo hidráulico, método de infiltração, o tempo para a simulação, dentre outros.
- 5º. Execução da simulação para o dado sistema existente.
- 6º. Análise dos dados e levantamento dos pontos críticos da rede.
- 7º. Concepção de soluções alternativas baseada em técnicas compensatórias.
- 8º. Introdução dos dispositivos concebidos na rede existente.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

Para a implementação de um programa de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem, adequado a realidade e as necessidades da região amazônica, foram realizados testes na bacia de microdrenagem do município de Manaus, nas áreas delimitadas por bacias de microdrenagem, que se encontram localizadas na

Arena da Amazônia, no espaço que compreende a sub-bacia do Igarapé dos Franceses e do Igarapé do Binda.

Foram considerados diversos fatores, com a finalidade de realizar um teste baseado nos trabalhos realizados por Oliveira e Braga (2018) e Mota e Braga (2018), analisaram-se assim, duas datas específicas, as quais representam uma chuva de alta intensidade e uma chuva de curta intensidade. Buscando assim a elaboração e o mapeamento de um hidrograma de projeto, necessário para o levantamento da área beneficiada com o monitoramento necessário para só então realizar a implementação da manutenção periódica, com base nos dados apurados. Assim realizando a testagem dos elementos de redes de drenagem, onde considerou-se os cálculos dos efeitos hidrológicos, buscando meios necessários para a implementação de um sistema sustentável de redes de drenagem dentro da realidade da região testada.

#### 4.1. HIDROGRAMA DO PROJETO

Para calcular-se os hidrogramas primeiramente determinou-se a área de contribuição da sub-bacia do estudo, que apresentou valor de 48,68 há, e também o comprimento da declividade do talvegue obtida através do Google Earth, de valores 1,13 km e 0,01 m/m. Após foi dada a variável dos tempos, com as Equações de 3 a 6, e a vazão por meio da Equação 7, que encontra-se listadas na tabela de Variável do Hidrograma, ver Tabela 1.

Tabela 1. Variável do Hidrograma

Qp	Escoamento (m <sup>3</sup> /s)	7,28
P	Precipitação (mm)	10,00
Tb	Tempo de base (h)	0,37
Tp	Tempo de pico (h)	0,14
Td	Tempo de precipitação (h)	0,05
Tc	Tempo de concentração (h)	0,19
Aimp	Fração de Área impermeável	0.85
A	Área da bacia (Km <sup>2</sup> )	0,49
I	Declividade do talvegue (m/m)	0,01
L	Comprimento do talvegue (Km)	1,13

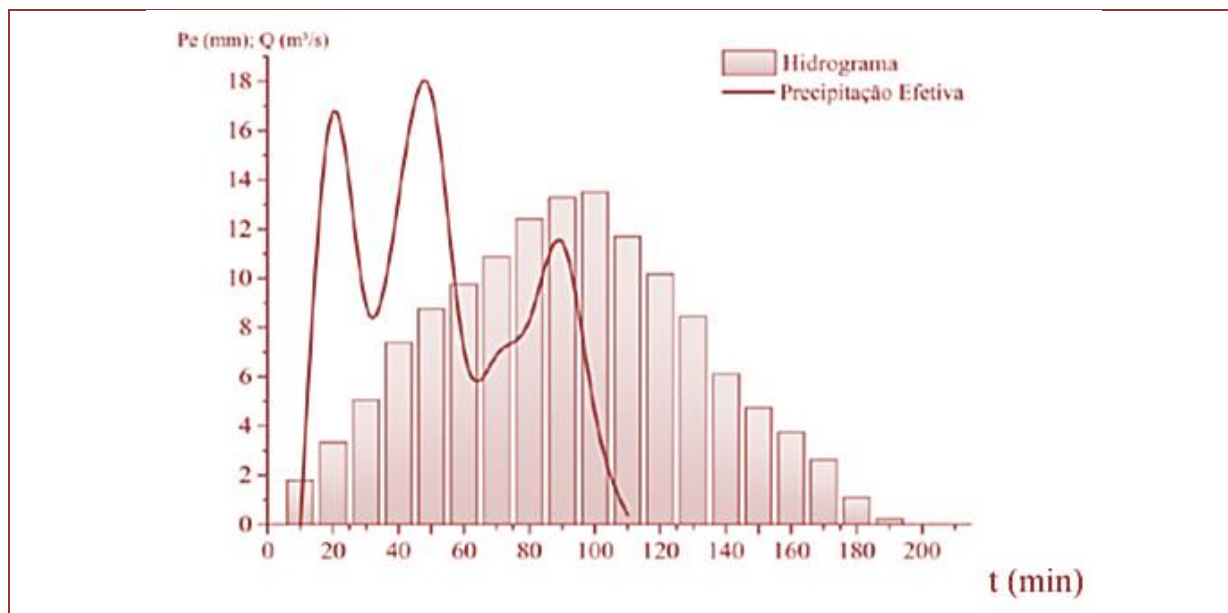
Tomando como base o trabalho realizado por Oliveira e Braga (2018), foi verificado duas datas que representam uma chuva de intensidade elevada e baixa duração, o que ocorreu em 30/09/2013 com 107 mm de precipitação em 1h40min e uma outra chuva de elevada precipitação e alta duração com 145,8 mm precipitados no período de 24 horas, que ocorreu em 05/04/2017.

Foi no estudo de caso apenas levado em conta a precipitação de intensidade elevada e baixa duração, sendo em uma hora precipitados 81,8mm.

O método de proporcionalidade foi usado para a constituição do hidrograma do projeto, por meio da convolação dos valores obtidos, junto aos valores de precipitação efetiva. (COLLISCHN, DORNELLES, 2013), ver Gráfico 1. valor da precipitação efetiva e do hidrograma dado na data de 30/09/2013.



Gráfico 1: Gráfico de precipitação efetiva do dia 30/09/2013 e Hidrograma de projeto



O gráfico 1 demarca o valor da precipitação efetiva máxima sendo de 17,55mm e a vazão de pico sendo de 13,50 m<sup>3</sup>/s, ambos os valores foram usados na modelagem e simulação do trecho, por intermédio do software Storm Water Management Model (SWMM).

#### 4.2. ELEMENTOS DA REDE DE DRENAGEM TESTADA

A rede de drenagem testada possui bocas de lobo de três tipos (simples, duplas e triplas), tendo também poços de visita sarjetas e galerias. Sendo realizado o levantamento de campo, apenas para aferir os dispositivos visíveis, sendo poços de visita subterrâneos e traçados de galerias pluviais, (Fotos 1 e 2).

Boca de Lobo

Sarjeta e Caneleta de Drenagem



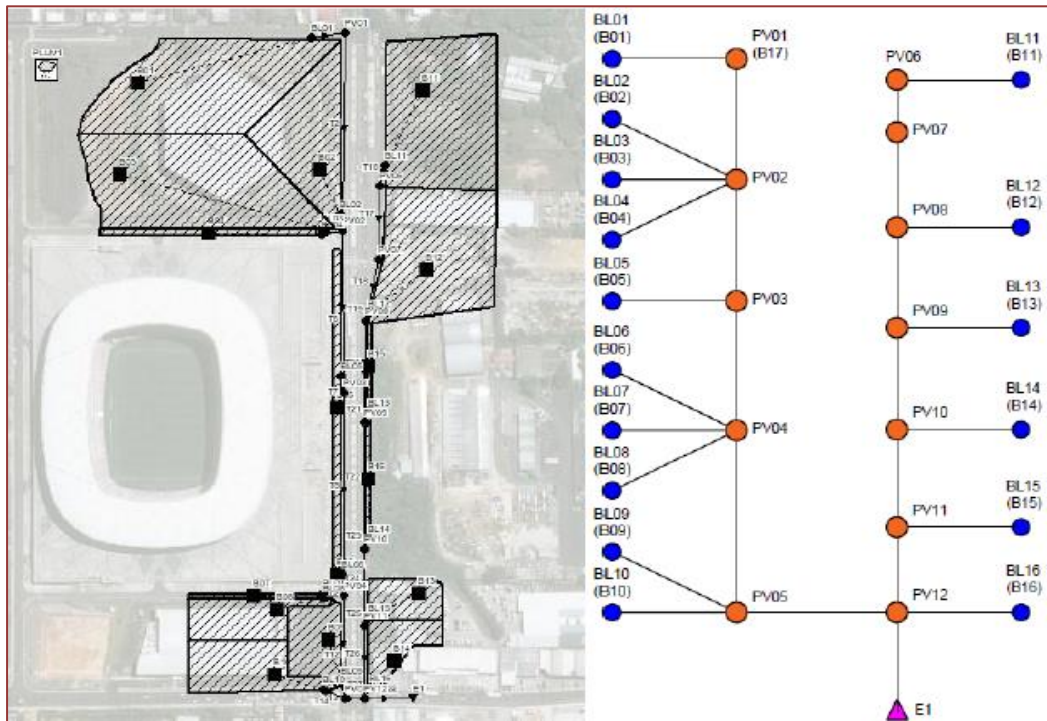
(Fato 1)



(Fato 2)

A (Figura 3.) a rede imagem da rede adaptada para o software (SWMM), um esquema simplificado, sendo sua nomenclatura. BL – Boca de Lobo, PV – Poço de Visita, E – Ponto Enxurtorio, B – Sub-bacia, T – Trincheira de Infiltração.

Figura 3

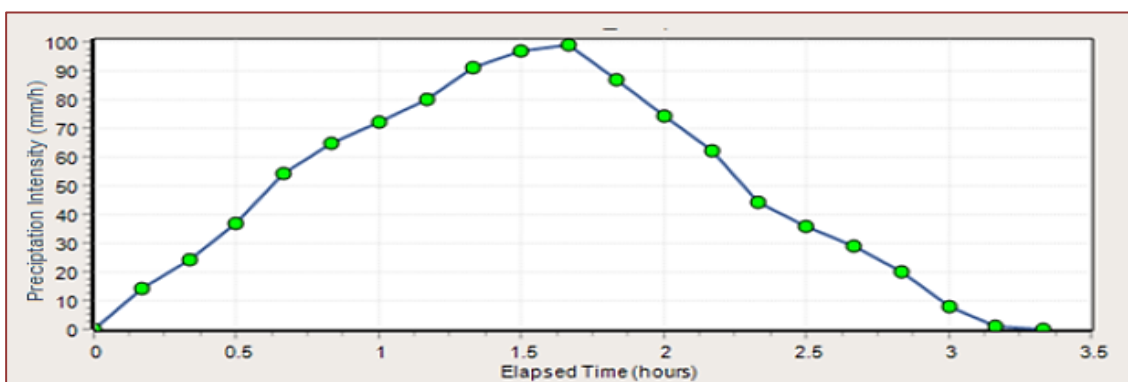


Google Maps, Manaus/AM.

### EVENTO HIDROLÓGICO

A chuva do projeto no software (SWMM), gera um gráfico, o eixo (y) neste caso é a intensidade da precipitação em (mm/h) e o eixo (x) é o tempo do início da mesma em (h), ver Gráfico 2.

Gráfico 2. Software (SWMM).



## ELEMENTOS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL

Com a finalidade de combater a sobrecarga da rede, foi utilizado um método alternativo de drenagem, para valorizar os mecanismos de retenção e infiltração da água, buscando a diminuir os picos de vazão na rede de drenagem. Com esse fim foi utilizado dois dispositivos sustentáveis combinados, sendo, bacias de retenção e infiltração e trincheiras de infiltração. O software (SWMM) interpreta os dispositivos como camadas de atuação de mecanismos hidrológicos. As figuras abaixo demonstram como o software faz a interpretação dos dispositivos. ver.(Tabela 2 e 3)

Tabela 2. Parâmetros Projeto da Bacia de Retenção e Infiltração.

Camada	Propriedade	Valor
Superfície	Espessura	10 cm
	Percentual de vegetação	75%
	Rugosidade n (Manning)	0,41
Solo	Espessura	15 cm
	Porosidade	0,25
	Permeabilidade	120mm/h
Armazenamento	Espessura	25cm
	Índice de vazios	0,30
	Permeabilidade	9cm/mim

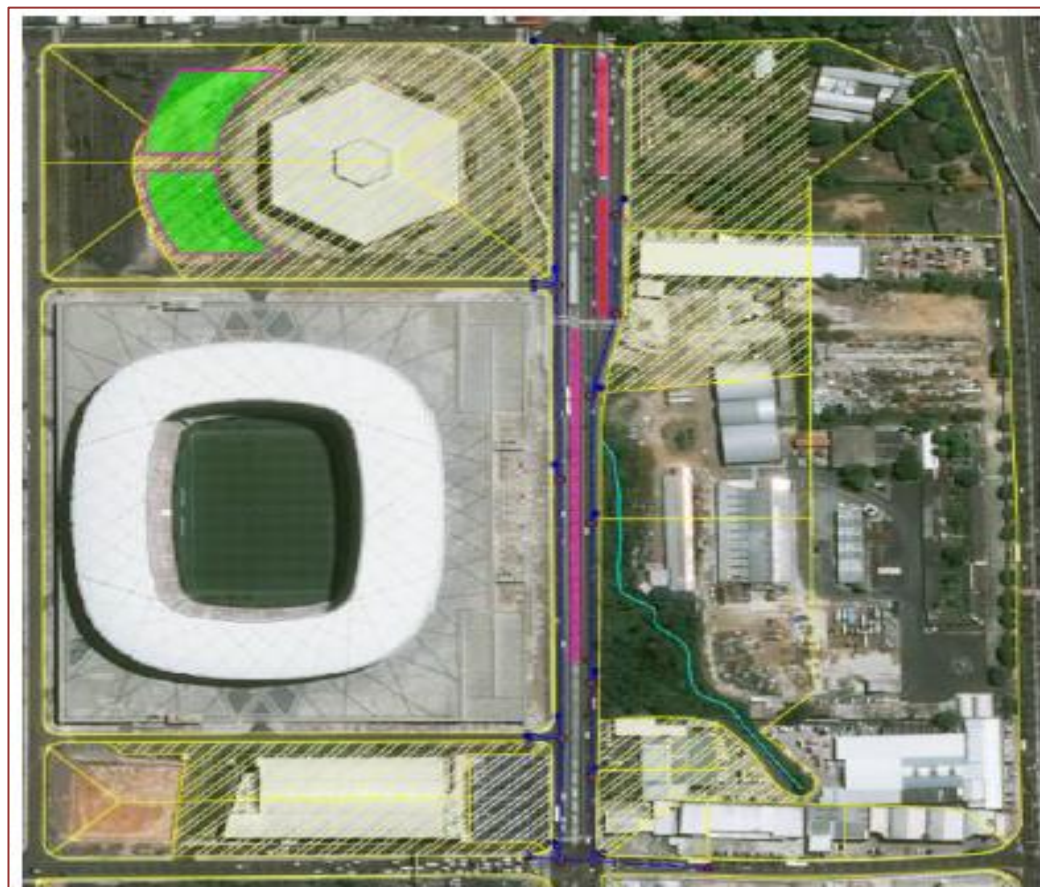
Tabela 3. Parâmetros de Dados de Projeto, Trincheira de Infiltração.

Camada	Propriedade	Valor
Superfície	Espessura	5 cm
	Percentual de vegetação	50%
	Rugosidade n (Manning)	0,41
Armazenamento	Espessura	100 cm
	Índice de vazios	0,25
	Permeabilidade	9cm/mim

**Obs 1.** Não foi utilizado dreno em ambos o parâmetros das tabelas, pois se pretende que toda a água infiltre o solo. A localização da bacia para a modelagem foi os arredores a Arena Amadeu Teixeira, representado pela Figura 5, com pela linha na cor verde e a localização da trincheira de infiltração representada pela linha na cor vermelha por conta do espaço urbano e do tráfego intenso. ver Figura 4.

Lembrando que um o tipo de sistema de drenagem adotado para determinado local, depende de um estudo aprofundado onde devem ser considerados os fatores da região, como solo, relevo e dos quantitativos de precipitação de chuvas, e picos de vazão.

Figura 4



Google Maps, Manaus/AM.

Tomando como base o Município de Manaus, para a criação de um sistema de drenagem sustentável e eficiente, constatou-se também a necessidade da manutenção para os sistemas de drenagem, não apenas a manutenção corretiva, mas a manutenção preventiva e por um sistema que seja gerenciado por um período de tempo e com base em controle técnico preventivo.

#### **4.3. NECESSIDADE DE CONTROLE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

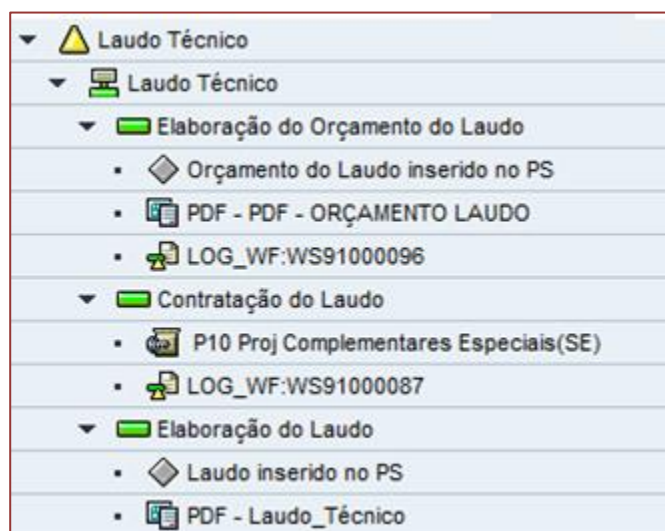
O Decreto municipal nº 2.684, de 27 de dezembro 2013 da cidade de Manaus, prevê que sejam desenvolvidos planos estratégico de implementação de infraestrutura nas áreas de saneamento básico, drenagem, abastecimento de águas, garante o funcionamento de uma unidade de gerenciamento do programa de desenvolvimento urbano, o que torna necessário a criação de um sistema de controle.

Como exemplo de um programa de gerenciamento de manutenção preventiva temos o (PMI) Project Management Institute, que trás mecanismos de gestão de projetos e verificação de andamentos, dividindo tarefas em etapas, para serem mais fáceis de se visualizar, o que tornaria os problemas de drenagem enfrentados pelos bairros, mais controlados e previsíveis, mantendo um registro de cada bairro, bem como de quando foi feita da ultima manutenção e porque foi feita, qual a tratativa final foi dada, e se ainda não houve tratativa, qual o prazo para que se de a tratativa.



O controle a ser criado, pode de fato ser um programa de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem na cidade de Manaus, o que de fato contribuiria muito para a execução de um programa de gestão eficiente seria o uso de um software de gestão como, por exemplo, o sistema (SAP) Sistema de Gestão Empresarial, específico sendo voltado para o controle de manutenção de sistemas de drenagem e programações de manutenções preventivas, executadas nos bairros, diminuindo a necessidade de haver uma ocorrência corretiva, segue uma tela se sistema SAP ver (Figura 5.)

Figura 5: Sistema SAP

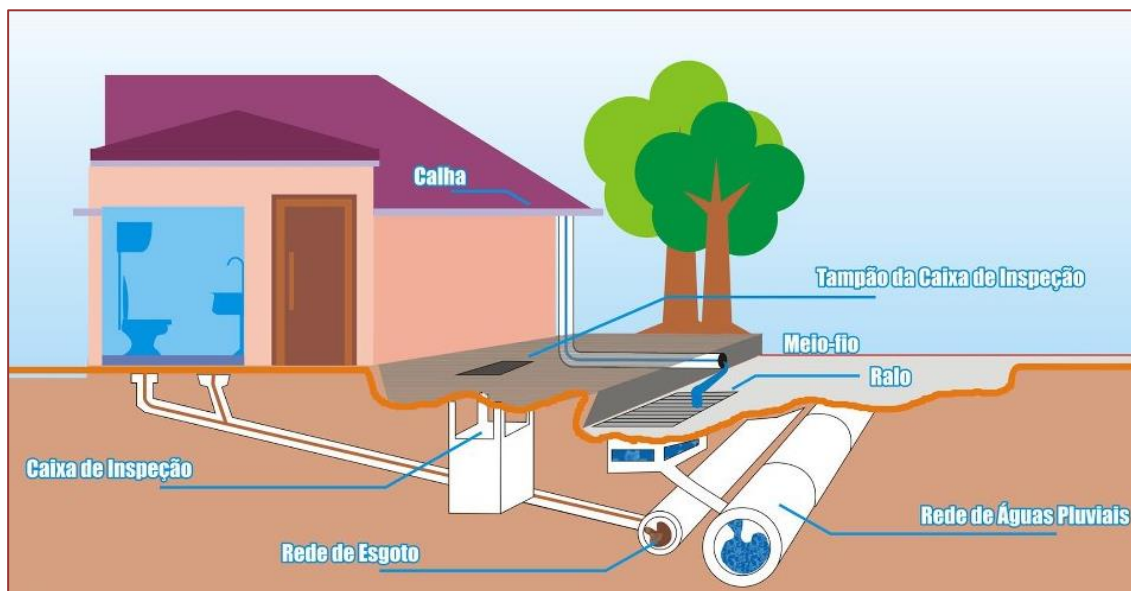


A Secretaria Municipal de Infraestrutura SEMINF, realizou em 2017 uma ação para desobstrução de galerias de Manaus, sendo retirado cerca de cinco toneladas de resíduos aglomerados na rede de drenagem da Avenida Constantino Nery. Dentre os resíduos, havia principalmente sacolas plásticas, lixo doméstico e outros detritos jogados nas vias, sendo as principais causas de entupimento das galerias.

Uma demonstração de que ainda que haja a correta decisão, sobre qual sistema de drenagem utilizar, a urbanização tende a impermeabilizar o solo e acelerar o escoamento por canais, com o aumento de resíduos sólidos que escoam para o sistema de condutos produzindo entupimentos e reduzindo a capacidade de escoamento, causando dessa forma mais inundações e deterioração da qualidade da água pluvial devido a lavagem da superfície urbana.

Algo muito importante, e que deve ser controlado é separação da rede de esgoto de resíduos líquidos, dá rede de drenagem de água pluvial que recebe o excesso de água da chuva, a indevida interligação onde o esgoto é despejado incorretamente na rede de drenagem pluvial causar poluição ao meio ambiente e alagamentos, sendo necessária uma maior fiscalização mais eficiente e comprometida, ver (Figura 6. Destinação correta, água pluvial).

Figura 6: Destinação correta, água pluvial



Portanto podemos observar que os resultados de uma manutenção preventiva eficiente dentro da temática de redes de drenagem, depende não somente da realização da manutenção de forma constante, como também deve ser levado em conta fatores como a testagem e do ambiente e dos métodos em uso, de teste que são necessários para avaliar o nível de eficiência a aplicação da manutenção, bem como as possíveis outras variáveis, assim como explica (TARGA, M. S. et al. 2012).

## 5. DISCUSSÕES E ANALISES

Após a modelagem do programa (SWMM) temos os resultados para o sistema de drenagem atual e para o sistema de drenagem sustentável alternativo, ver (Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6).

A Tabela 4 apresenta o escoamento máximo gerado para cada sub-bacia, sendo usado dispositivos sustentáveis combinados, sendo (bacia de retenção e trincheira de infiltração). O dispositivo de drenagem sustentável reduziu o volume de água que entrou na rede até o exutório, alterando o nível de pressão e água de todas as bocas de lobo da rede, nas sub-bacias B01 e B03, com redução de aproximadamente 98% o escoamento máximo.

Nas (Tabela 5 e Tabela 6), as bacias de retenção nas sub-bacias B01 e B03 fez com que o escoamento nas bocas de lobo BL01 e BL03 fossem eliminadas, o que reduziu em 15% o pico de vazão do poço de visita PV01, fazendo com que a redução na vazão da BL01 e BL03 fosse para 83%, o que reduziu as chances de alagamento neste ponto.



Tabela 4: Escoamento máximo

Sub-bacias	Sistemas Tradicional	Sistemas Alternativos	Redução (%)
	Escoamento Máximo (l/s)		
B01	375,28	0,00	98,00
B02	231,69	79,69	65,60
B03	395,28	0,00	98,00
B04	16,50	16,50	0,00
B05	98,96	45,36	54,16
B06	5,50	5,50	0,00
B07	16,50	16,50	0,00
B08	195,00	195,00	0,00
B09	111,29	111,29	0,00
B10	229,20	229,20	0,00
B11	359,93	359,92	5,56
B12	396,09	348,28	12,07
B13	90,60	90,60	0,00
B14	126,37	126,37	0,00
B15	38,50	17,19	55,35
B16	44,00	19,94	54,68
B17	2075,11	2075,11	0,00

Tabela 5: Bacias de retenção

Elementos de Drenagem	Sistemas Tradicional	Sistemas Alternativos	Redução (%)
	Pico de Vazão (l/s)		
B01	375,28	65,28	82,60
B02	231,69	79,69	65,60
B03	395,28	68,06	82,78
B04	71,26	70,92	0,48
B05	98,96	163,16	-64,87
B06	12,50	13,72	-9,76
B07	16,50	16,50	0,00
B08	195,00	195,00	0,00
B09	111,29	111,29	0,00
B10	229,20	229,20	0,00
B11	359,93	339,92	5,56
B12	396,09	348,28	12,07
B13	48,78	20,02	58,96
B14	44,00	20,56	53,27
B15	90,60	90,60	0,00
B16	126,37	126,37	0,00

Já o alternativo uso do sistema (SAP) Sistema de Gestão Empresarial, que gera mais transparência no uso dos recursos financeiros e maior análise de procedimento do cronograma de manutenção, demonstra ser efetiva, mas somente ao longo do tempo o sistema pode proporcionar de fato retorno financeiro ao Município de Manaus.

Assim como uma contribuição maior para limpeza de dos sistemas de drenagem, que passaria a ser periódica ocorrendo ao mínimo um vez por ano, minimizando assim o acúmulo de resíduos sólidos nas redes e galerias.

Tabela 6: Bacias de retenção

Elementos de Drenagem	Sistemas Tradicional	Sistemas Alternativos	Redução (%)
	Pico de Vazão (l/s)		
E1	1258,12	1250,44	0,61
PV01	2450,33	2075,11	15,31
PV02	1108,72	575,46	48,10
PV03	570,44	579,61	-1,61
PV04	536,96	497,49	7,35
PV05	746,94	751,93	-0,67
PV06	360,02	339,96	5,57
PV07	328,96	328,96	0,00
PV08	725,04	677,23	6,59
PV09	370,30	366,66	0,98
PV10	387,15	376,40	2,78
PV11	424,06	416,48	1,79
PV12	48,78	1250,44	0,61

Um sistema assim implementado atomizaria tempo e não concentraria todos os esforços apenas em concertar o que esta destruído ou entupido, mas em manter o funcionando dentro do sistema de drenagem de forma mais eficiente e com maior qualidade de vida para a população, tornando a manutenção nos sistemas de drenagem mais sustentável e organizada.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho procurou destacar resultados obtidos através do hidrograma de projeto, sendo realizado duas simulações, utilizando uma bacia de retenção e infiltração, sendo possível chegar a uma redução no volume de escoamento, da Av. Constantino Nery, sendo realizado uma simulação e modelagem de drenagem, sendo abordado o controle de deflúvio, com o objetivo de proporcionar um sistema de drenagem urbano sustentável.

A simulação realizada foi executada com o objetivo de se adquirir parâmetros para se implementar na cidade de Manaus, um programa eficiente de gerenciamento de manutenção preventiva de redes de drenagem, buscando assim minimizar e evitar transtornos causados por alagamentos, enchentes e erosões que causam o sedimento do solo em certas épocas do ano, causado por chuvas que ocorrem em pontos de transito da cidade.

Para tanto analisou-se a importância da realização da implementação de um sistema voltado ao controle de manutenção periódico e programado dos sistemas de drenagem urbana de Manaus.

Verificou-se assim que com o uso de dispositivos de controle de baixo impacto pode-se ajudar de forma significativa na redução de alagamentos, decorrentes de sobrecarga de redes de microdrenagem em áreas urbanas, gerando um escoamento com maior infiltração no solo e que fique retido com segurança por mais tempo aliviando assim os picos das redes de tubulação.

Por fim chegamos ao entendimento, de que tanto a implementação de um sistema de gerenciamento de manutenção preventivo e periódico, com efetivo controle de medidas, para os sistemas de drenagem urbana, assim como uma nova revisão e testes nas bacias urbanas de microdrenagem, são necessárias para se evitar transtornos, decorrentes de falta de manutenção.

Chegou-se também ao entendimento que os resultados de uma manutenção preventiva eficiente dentro da temática de redes de drenagem, depende não somente da realização da manutenção de forma constante, como também deve ser levado em conta fatores como a testagem e do ambiente e dos métodos em uso, de teste que são necessários para avaliar o nível de eficiência a aplicação da manutenção, bem como as possíveis outras variáveis, assim como explica

Os procedimentos estudados e simulados se implementados podem sim de forma gradual e crescente, ajudar a minimizar de consideravelmente os problemas de alagamento urbanos enfrentados pelo município. Um bom sistemas de drenagem urbana o que pode ajudar em muito a minimizar prejuízos causados pelas chuvas e por inundações, contribuindo assim para proporcionar maior tranquilidade e melhor qualidade de vida a população da cidade de Manaus.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR 5462 Gerenciamento de Manutenção,1994.
- [2] PMBOK - Project Management Base of Knowledment, 5º Edição 2013.
- [3] BRAGA, J.O. Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria-DF. Brasília, 2016. 33 páginas. Monografia de graduação (Disciplina Prática e Pesquisa de Campo 2), Brasília. Edson Pacheco Paladini, Gestão Estratégica da Qualidade, 2009.
- [4] COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia: para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013. 336p. (Coleção ABRH; 12).
- [5] DECRETO MUNICIPAL Nº 2.684, de 27 de dezembro de 2013 Regimento Interno da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus.
- [6] FERNANDES, F. C. F.; AZEKA, Fábio.; BARRETO Maria Cecília Mendes.; FILHO, Moacir Godinho. Análise de Sensibilidade em Hidrogramas de Cheias, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 243-254, fev./maio 2017.
- [7] JAMES MCGRATH,89 Teorias de Gestão Todo Gestor Deve Saber, 2014.
- [8] MOTA, Victor dos Santos Franzoia; BRAGA, Etianne Monteiro. Verificação do

Dimensionamento de Dispositivo de Drenagem da Amazônia. Manaus (AM) Tribunal de Contas do Estado do Amazonas, 2019.

[9] OLIVEIRA, E. F. C. C de, Bernardes, R.S, Carvalho, B. E. F. C e Souza, A. P. A aplicabilidade dos instrumentos de gestão no saneamento e o arcabouço legal-institucional vigente. In XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Franded-MS: ABRH, Anais, 2010. CD-rom. 16p.

[10] SCHAAKE, J. C.;GREYER, J. C.; KNAPP, J. W. Experimental Examination of the Rational Method, Journal of Hydraulics Division, ASCE, vol. 93, n. HY6, nov., p. 353-370, 1967.

[11] SILVEIRA, G. M. Análise de sensibilidade de hidrogramas de projeto aos parâmetros de sua definição indireta. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da USP, 2010.

[12] TARGA, M. dos S. et al. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012. TUCCI, C.E.M. Água em meio urbano. In: *Água Doce*. 1997. TUCCI, C.E.M. Gestão da drenagem urbana. Brasília-DF: CEPAL, Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

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



@editorapoisson



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

