

# 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

2

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

Engenharia Civil: Inovação e tecnologia no  
contexto da era contemporânea  
Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2021

**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 2/ Organização: Sara dos Santos Santarém, Fabrício de Amorim Rodrigues, Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - Belo Horizonte - MG: Poisson, 2022

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-164-1

DOI: 10.36229/978-65-5866-164-1

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.

## **Fabício de Amorim Rodrigues**

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

## **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*

Todas as grandes áreas de atuação da engenharia civil são apresentadas aos estudantes de engenharia através das disciplinas ministradas durante o curso, sendo elas: estruturas, geotecnia, sanitária, geodésia, cartografia e transportes. Cada uma dessas áreas é muito vasta e possui sua própria ramificação, contudo, o tempo limitado da graduação não permite o aprofundamento em algumas dessas subdivisões.

O trabalho de conclusão de curso oferece a oportunidade ao graduando de buscar maior conhecimento em uma área de seu interesse, a que pretenda, inclusive, atuar profissionalmente. Através de leitura com linguagem técnica, pesquisa acadêmica, síntese de conteúdo e escrita, o aluno fortalece capacidades técnicas e acadêmicas, ampliando sua aptidão para argumentar sobre a temática desenvolvida.

Os temas abordados a seguir foram escolhidos pelos graduandos do curso de engenharia civil e consistem em estruturas de contenções para proteção contra o fenômeno de terras caídas, soluções de engenharia para ocupações irregulares na BR-319, planejamento e controle de obras civis, análise do planejamento de suprimentos em tempos de pandemia, estudo de caso sobre concreto convencional e autoadensável e estudo de viabilidade sobre painéis fotovoltaicos.

Espera-se que a coletânea apresentada aqui possa instigar o desenvolvimento de novas publicações correlacionadas na engenharia civil e inspirar a exploração de novos temas propagando a inovação na engenharia.

*Igor Bezerra de Lima*

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** O estudo da relação do fenômeno de terras caídas no Rio Juruá e a execução de obras de contenção na cidade de Carauari/Amazonas..... 08

André Enrique de Souza Albuquerque, Daniel Rocha de Almeida, Sara dos Santos Santarém, Igor Bezerra de Lima

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.01

**Capítulo 2:** Contenção de talude com sistema de drenagem..... 19

Arlindo Mendonça Batista Junior, João Pedro Guimarães Conceição, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.02

**Capítulo 3:** Estudo sobre ocupações irregulares por famílias socialmente vulneráveis na BR-319/AM nas mediações do km 13,0 ao 14,0..... 30

Bianca do Nascimento Lima, Ketlen Colares Chaves, Igor Bezerra Lima, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.03

**Capítulo 4:** Planejamento e controle de obras civis: Estudo de caso múltiplo na capital e interior do estado do Amazonas..... 45

Camilo de Matos Soares, Hyago Alves Corrêa, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.04

**Capítulo 5:** Manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais ..... 57

Hamilton da Silva Rocha Neto, Yuri Oliveira Frota de Siqueira, Frank Henrique Santos Fontinele, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.05

**Capítulo 6:** Concreto convencional e concreto autoadensável: Estudo de caso em laje pré-moldada de duas residências populares ..... 72

Danny Cavalcante Maia, Wendell Salgado dos Santos, Sara dos Santos Santarém, Fabricio de Amorim Rodrigues

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.06

**Capítulo 7:** Painéis fotovoltaicos: Análise de viabilidade econômica na implantação de sistema fotovoltaico em condomínio..... 87

José Américo Almeida de Oliveira Filho, Eduardo Pereira dos Santos, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.07

# SUMÁRIO

**Capítulo 8:** Aplicação de medidas estruturais sustentáveis na drenagem superficial nas ruas Wilson de Castro e professor Samuel Benchimol, no bairro Parque 10 de Novembro (Manaus/AM)..... 98

Fernando Amaral Braga Corrêa, Ivan Batista de Oliveira, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.08

**Capítulo 9:** A viabilidade de empreendimento para loteamento na rodovia Manoel Urbano a partir de levantamento topográfico da área ..... 114

Gerliane dos Santos Morais Ribeiro, Sandra Babilônia Lima de Freitas, Frank Henrique Santos Fontineles, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.09

**Capítulo 10:** Estudo comparativo entre uma residência de estrutura de concreto armado e uma residência de estrutura de madeira; Vantagens e desvantagens ..... 132

Hanna Edivirgem Rachid, Rodrigo Afonso Nascimento do Amaral, Frank Henrique Santos Fontineles, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.10

**Capítulo 11:** Uso de veículos aéreos não tripulados no acompanhamento do avanço físico de obras horizontais em Manaus/AM ..... 144

Lauanda Lopes de Souza, Herllian Nalber B. Marinho, Bruno Rodrigues de Castro, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.11

**Capítulo 12:** Estudo comparativo da construção de uma residência utilizando painéis monolíticos de EPS e o método de alvenaria convencional. .... 156

Kamilla Karla Souza Farias,, José Ariel da Silva Lima,, Jean Carlos Ramos, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.12

**Capítulo 13:** Sistema construtivo Light Steel Frame na construção de habitações sociais ..... 172

Lissa Querem Lima Moura, Rodrigo Marinho da Costa, Luciane Farias Ribas, Sara dos Santos Santarém

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-164-1.CAP.13

# Capítulo 1

## *O estudo da relação do fenômeno de terras caídas no Rio Juruá e a execução de obras de contenção na cidade de Carauari/Amazonas*

*André Enrique de Souza Albuquerque*

*Daniel Rocha de Almeida*

*Sara dos Santos Santarém*

*Igor Bezerra de Lima*

**Resumo:** O artigo tem como objetivo geral analisar a problemática do fenômeno de Terras Caídas no Município de Carauari, apresentando como alternativa a execução de obras de contenção da Orla e em um dos Portos fluviais da cidade, conhecido como Porto do Gavião. De forma complementar, também apresentar as características e morfologia do rio da região e sua influência no fenômeno de Terras caídas, e por fim, citar algumas etapas construtivas consideradas essenciais para a durabilidade das obras frente ao problema enfrentado todos os anos pela região. A metodologia utilizada na elaboração deste artigo foi o Estudo de Caso, que possui natureza descritiva e explicativa, assim como também foram utilizados procedimentos de pesquisa, que podem ser qualificados como pesquisa bibliográfica. Os dados foram coletados de forma quantitativa e qualitativa para demonstração das informações pertinentes ao objeto do estudo. Como resultado a pesquisa apresentou uma alternativa encontrada para superar os prejuízos de infraestrutura prejudiciais para a cidade de Carauari, sendo demonstrado dentro do campo de análise da discussão dos resultados, que tal método quando executado de maneira correta pode ser eficiente a longo prazo, pois até os dias atuais as obras executadas encontram-se sem nenhum problema de infraestrutura.

**Palavras-chave:** Terras Caídas, Cidade Carauari, Morfologia do Rio, Obras de Contenção.

## 1 INTRODUÇÃO

Terras caídas é o termo utilizado pela população da região amazônica para designar o processo natural de erosão fluvial, também pode ser designado como movimento de massa que acontece nas margens dos rios de água branca, tais como: deslizamentos, desabamentos, tombamentos de terra e etc (CARVALHO, 2006).

Segundo matéria exibida em 2015 pelo Portal de Notícias G1 Amazonas, o processo de terras caídas costuma acontecer na época de vazante dos rios. Este evento ocorre quando a água atua diretamente sobre as margens laterais, ocasionando erosão e fragmentação do solo existente, de forma mais perceptível quando há a ruptura e consequente queda do terreno, que é engolido pelas águas. Esse processo natural pode causar alguns impactos no sistema fluvial, uma vez que ocorre anualmente.

Detectar os possíveis impactos no sistema fluvial torna-se desafiador devido a diversidade biológica, química, hidrológica e geofísica dos componentes que devem ser analisados em estudo prévio (GERGEL et al., 2002).

Existe uma complexidade de fatores naturais do ecossistema hidrológico a serem considerados no estudo prévio, uma vez que estes devem ser idealizados considerando o sistema como um todo, considerando os fatores de estrutura, função e principalmente a dinâmica dos rios. Alguns ecossistemas hidrológicos estão constantemente passando por estágios (mudanças). Possuem estágios de equilíbrio, quando passam naturalmente por ciclos regulares de auto-organização, alternados com períodos de colapso. Esses estágios dependem da natureza e intensidade das interações que acontecem entre os ecossistemas e seus respectivos componentes (POUDEVIGME et al., 2002).

Os cursos de d'água naturais estão constantemente em busca de um perfil de equilíbrio (definição do leito fixo de um rio por exemplo), essa busca é observável através do processo de erosão natural (terras caídas) em determinados pontos nos percursos dos rios. Quando as forças das correntes de determinado rio permitem apenas o simples escoamento das águas fluviais, ou seja, com a diminuição de seu poder erosivo, considera-se que este rio finalmente alcançou o seu status de equilíbrio, ou seja, definição do leito permanente. Contudo, até que seja definido esse "status", os rios passam por inúmeras mudanças causadas pelo fenômeno de Terras Caídas, e consequentemente em algumas áreas que não há a intervenção humana, a tendência natural do rio é erodir ou desabar (CUNHA E GUERRA, 2003).

Assim, o que torna desafiador para a Engenharia Civil é estudar e entender o fenômeno, de forma que se possa intervir de maneira segura e eficiente com a finalidade de implantar alternativas necessárias para enfrentar tal problema, alternativas estas que devem ser desenvolvidas com visão de longo prazo, uma vez que como supramencionado o fenômeno de Terras Caídas acontece todos os anos. Por fim, o artigo teve como finalidade apresentar uma alternativa considerada pela Cidade do Interior do Estado do Amazonas Carauari/AM localizada as margens do Rio Juruá, que foi a execução de obras de contenção para enfrentar tal problema que influenciava significativamente na infraestrutura da Orla e do Porto da Cidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RIOS: RIO BRANCOS, NEGROS E CLAROS

Segundo o IBGE, deve-se considerar que na rede hidrográfica amazônica existem três tipos de rios de acordo com o ambiente geológico que eles percorrem e a quantidade e o transporte de sedimentos: rios de água clara ou de água limpa, rios de água preta, e rios de água branca.

Os rios de águas claras apresentam-se em menor número. Da mesma forma como os rios de água escura, não transportam sedimentos, suas águas variam de verde-claro a verde-oliva, observável com maior frequência em igarapés (INPA, 2013).

Os rios de água preta apresentam baixa carga de sedimentos em suspensão, mas elevada acidez, esta é proveniente da decomposição de matéria orgânica (folhas, galhos e etc), essa matéria quando dissolvida na água causa a formação de ácidos húmicos, os quais conferem a tonalidade escura da água (INPA, 2013).

Os rios de águas brancas, são conhecidas como de águas barrentas, pois carregam grande quantidade de sedimentos em suspensão (argilas) oriundos de suas cabeceiras, outra característica bastante comum nos rios de águas brancas é a instabilidade de seus leitos, suas margens (INPA, 2013).

## 2.2 GEOMETRIA DOS CANAIS FLUVIAIS

A forma dos rios e seus respectivos leitos é modificada por movimentos das margens laterais por erosão ou deposição do solo existente, com a finalidade de se estabelecer o equilíbrio entre resistência e energia. Cada ponto do rio em seu perfil longitudinal possui uma inclinação de equilíbrio. Considera-se que está equilíbrio provisório, quando existe inclinação necessária para transpor a carga atuante. Contudo, esse perfil não é definitivo, uma vez que o rio continua a trazer carga, sinal de que haverá erosão a montante. Assim, o que há de fato, são perfis com equilíbrio provisório, mas estes não ocorrem ao longo de todo o rio, mas em pontos específicos (PENTEADO, 1983).

O desmoronamento das margens dos cursos d'água é uma das manifestações mais perceptíveis do processo de reajustamento da morfologia do canal fluvial em busca da definição de um novo equilíbrio, ocorrendo um trabalho contínuo (até a definição do leito permanente) de escavação na base da margem côncava, onde a velocidade é maior, e de deposição na parte convexa onde a velocidade é reduzida (CHRISTOFOLETTI, 1981; GUERRA; CUNHA, 2003).

Os processos erosivos são resultado de todas as forças atuantes que incidem sobre o material erodível, excedendo o resultado efetivo de todas as forças que deveriam conservar o material no próprio local (SIMONS, 1982).

Importante destacar que existem determinados fatores naturais que buscam, ou ao menos tentam minimizar as taxas de erosão das margens dos rios. Nesse ponto, destaca-se o papel fundamental da cobertura vegetal (mata ciliar) que reduz a erosão do solo através da diminuição da energia cinética proveniente das chuvas, que são interceptadas pelas copas das árvores, tornando-se fundamental na estabilidade e equilíbrio dos maciços de solo. As principais características dos maciços que afetam a erodibilidade fluvial relacionam-se à declividade, comprimento e forma (Guerra, 2000).

## 2.3 OBRAS DE CONTENÇÃO

As estruturas de contenção, são obras que têm o propósito de prover estabilidade contra a ruptura de maciços de solos ou rejeitos. Atualmente as obras de contenção podem ser consideradas as principais intervenções estruturais para conter a erosão do solo e garantir estabilidade e segurança para terrenos com deformidades (Cunha, 1991).

Alguns exemplos de contenções podem ser: solo grampeado, terra armada, muros de arrimo por gravidade, muros de arrimo por flexão, gabiões, cortina cravada, cortina atirantada, crib-walls, aterro reforçado, retaludamento (UFSC, 2020).

São consideradas obras de contenção as execuções estruturais de geometria vertical suportadas por fundações superficiais ou profundas, capazes de resistir o peso

proveniente do maciço de terra que está no nível mais elevado da contenção. A principal função destas estruturas é promover estabilidade e segurança e durabilidade (MEDEIROS, 2005).

Como etapa essencial desse tipo de execução de obra, deve-se levar em consideração a escolha da estrutura de contenção que melhor se adeque aos detalhes exigidos em projeto, além de considerar fatores relacionados as condições de solo e materiais disponíveis na região. (ENGESOL, 2014).

Em obras de contenção, fatores relacionados a estabilidade e segurança são essenciais para possibilitar que a execução do projeto tenha qualidade e possa prevenir possíveis danos estruturais no futuro. Quando etapas de planejamento inicial não são obedecidas, podem acontecer desastres como os deslizamentos de terra, principalmente em períodos mais chuvosos do ano (FERRAZ, 2017).

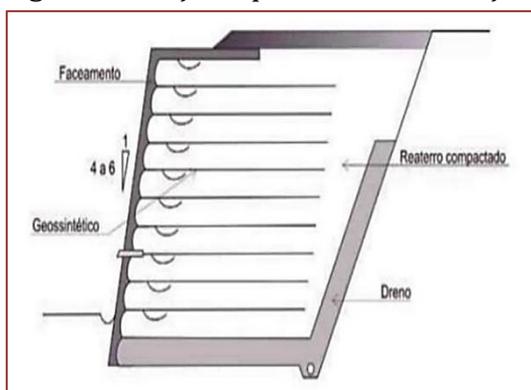
### 2.3.1 OBRAS DE CONTENÇÃO: ATERRO REFORÇADO (MURO DE SOLO REFORÇADO) – CARAUARI/AM

Muro em solo reforçado é uma solução de fácil execução, não necessita de mão de obra especializada, sendo assim econômica e com prazo de execução reduzido. Estes são realizados através de solo compactado com algum elemento de reforço, geogrelha por exemplo, que proporcionam maior desempenho mecânico ao solo (EHRlich E BECKER, 2009).

Para Ruiz et al. (2018) desenvolveu-se nos últimos anos a aplicabilidade de geogrelhas, buscando estabilidade e a boa resistência à tração. O emprego deste material apresenta como vantagem principal a sua estrutura flexível e deformável, sendo assim seu emprego como fundação sobre solos moles é bem avaliado. Em relação ao solo, este deve garantir um bom comportamento na compactação. A face do solo reforçado deve ser protegida com vegetação, alvenaria, concreto projetado, entre outros.

As imagens a seguir mostram um exemplo de seção típica de solo reforçado, e a aplicação na Cidade de Carauari/AM.

Figura 1 – Seção típica de solo reforçado



Fonte: GEO-RIO, 2014

Figura 2 – Instalação das geogrelhas



Fonte: Construtora Dias e Menezes, 2014

Por conta de sua praticidade, em obras de geotecnia, este revestimento consolidou-se como técnica largamente aplicada para controle da erosão. Este material ainda possibilita aplicação em áreas remotas de difícil acesso (H MIRANDA, 2011).

A utilização do concreto como revestimento e forma de proteção dos taludes contra a erosão, geralmente é associada ao emprego de outras técnicas que visam a estabilidade do mesmo, como o solo reforçado (MIRANDA E SANTIAGO, 2015).

O concreto quando utilizado como proteção impermeabiliza a superfície com a finalidade de protegê-la contra os agentes de intempéries que ocasionam o desprendimento de partículas do solo que compõe o talude, visando a diminuição de infiltrações e permitindo elevação da resistência à camada superficial, importante ressaltar que atrelada à execução do revestimento, deve-se aplicar o sistema de coleta das águas superficiais (H MIRANDA, 2011).

De acordo com Alheiros et al. (2003) é imprescindível a contemplação de visita ao local, esta tem como finalidade inspecionar bem como detectar as peculiaridades da região, como: drenagem, morfologia e litologia. É de grande importância que o tratamento da encosta seja feito de forma completa, com seus projetos compatibilizados, que estes combinem com a utilização de materiais naturais e/ou artificiais para proteção superficial, possibilitando as condições corretas de estabilidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Com a escolha do tema, partiu-se para a próxima etapa que foi o desenvolvimento da pesquisa e a elaboração da análise do objeto de estudo. Tendo em vista as possibilidades do campo de abordagem da pesquisa científica, considerando tratar-se de um tema de intervenção direta da Engenharia Civil, uma vez que esta atua com fatos concretos, não aplicando ou executando projetos apenas embasados em fatos empíricos, optou-se em abordar o tema em uma perspectiva fundamentada em uma das alternativas que podem ser utilizadas para solucionar ou pelo menos minimizar o fenômeno de Terras Caídas na Cidade de Carauari/AM. Dessa forma o campo de estudo partiu-se de pressupostos qualitativos.

Pesquisa qualitativa é multimetodológica quanto ao seu foco, envolve abordagens interpretativas e naturalísticas dos assuntos. Isto possibilita que o pesquisador qualitativo possa estudar as coisas em seu ambiente natural, com o intuito de dar sentido ou interpretar os fenômenos antes desconhecidos, segundo o significado que as pessoas lhe atribuem (DENZIN & LINCOLN, 1994).

No que se refere aos aspectos técnicos, considerando tratar-se de trabalho científico, foi escolhido como campo de aplicação um estudo de caso na Cidade de Carauari/AM. Segundo Denker (2000), no estudo de caso, detalha-se os conhecimentos a partir de poucos objetos. Faz uso de muitos recursos, como observação de acontecimentos naturais ou não, análise de registros, etc.

Neste estudo foram levantadas preliminarmente informações referentes ao rio Juruá, este nasce no Peru e banha os estados do Acre e Amazonas no Brasil, tem um percurso de aproximadamente 3000 quilômetros; área de 188.000 km<sup>2</sup>. Em 29 de setembro de 2018 foi designado como patrimônio mundial. No estado do Amazonas banha os municípios de Carauari, Eirunepé, Envira, Guajará, Ipixuna, Itamarati e Juruá. Segundo classificação adotada até 2017 pelo IBGE, o Rio Juruá era classificado como Microrregião do Juruá e Mesorregião do Sudoeste Amazônico; mas após mudanças socioeconômicas ocorridas nas últimas décadas, essa classificação passou por algumas alterações, com isso o rio Juruá foi inserido como Região geográfica imediata e intermediária de Tefé. Após a o levantamento acerca das características da região partiu-se para o objeto específico deste estudo de caso.

As imagens a seguir mostram a localização geográfica das duas áreas objeto do estudo, a Orla Municipal de Carauari e o Porto do Gavião.

Figura 3- Localização:  
4°52'39" S 66°53'43" W



Fonte: Google Earth, 2020.

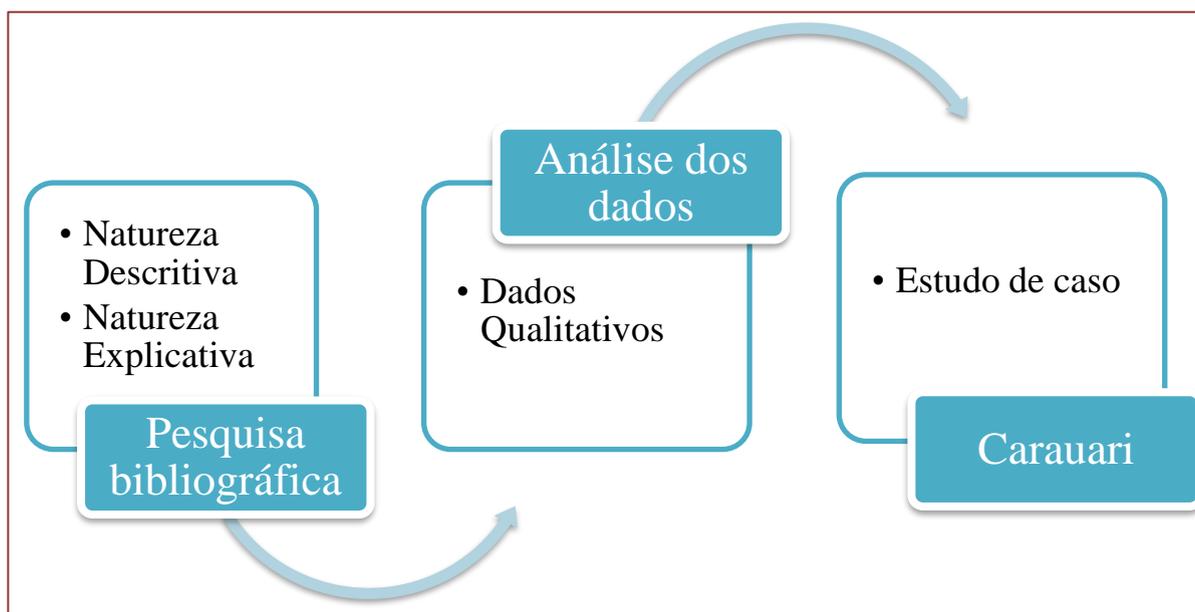
Figura 4- Localização:  
4° 50' 13" S 66° 51' 03" W



Fonte: Google Earth, 2020.

A seguir será apresentado um esquema (Figura 5) em forma de fluxograma, a respeito da metodologia utilizada.

Figura 5: Desenvolvimento das etapas da metodologia.



Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Conforme apresentado acima, deu-se início com a pesquisa bibliográfica de natureza descritiva e explicativa, buscou-se dados técnicos e teóricos em artigos e livros que dispunham sobre o tema objeto da análise deste trabalho científico, com a coleta e análise de dados fez-se a implementação destes no estudo de caso na cidade de Caruaru/AM, por fim foram apresentados os resultados obtidos.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Após apresentar a problemática do fenômeno de terras caídas, com o detalhamento das características dos rios de sua ocorrência, a influência deste na infraestrutura na Cidade de Carauari/AM, e o enfrentamento desse problema com a implantação de estruturas de contenção. Apresenta-se a seguir os resultados obtidos, além de uma análise e de algumas considerações para uma melhor avaliação dos dados apresentados.

Possuindo como base os estudos apresentados anteriormente, foi possível a elaboração da tabela abaixo, a qual discrimina as características, influências do fenômeno de terras caídas e a intervenção necessária no local em questão.

Tabela – 1: Características, consequências do Fenômeno de Terras Caídas e as intervenções necessárias.

1.Características	Terras Caídas é considerado um processo natural que independe de qualquer fator humano, com relação ao Município de Carauari o qual os cursos d'água da região são banhados pelas águas do tortuoso Rio Juruá, tal fenômeno acontece todos os anos. O Rio Juruá é classificado como rio de águas brancas caracterizado por seu leito ainda em formação, ou seja, com o curso de suas águas ainda não definido, o que torna mais acentuado o processo de queda dos barrancos em suas margens laterais.
2.Consequência do fenômeno	O acontecimento anual ocasiona instabilidade dos maciços de solo e posteriores desabamentos de terra. A ocorrência deste fenômeno causa abalos em infraestruturas localizadas às margens do rio, sendo necessária a execução de obras que minimizem ou cessem estes impactos.
3.Intervenção	Com o desenvolvimento da cidade ao longo dos anos, viu-se a necessidade de intervenção em dois pontos estratégicos que eram afetados diretamente pelo fenômeno de Terras caídas, a Orla Municipal e o Porto do Gavião. Assim após o desenvolvimento e aprovação de projetos de infraestrutura houve a execução das obras de contenção, neste caso o método adotado foi a implantação de aterro reforçado também conhecido como muro de solo reforçado, com a finalidade de intervir e dar maior segurança e acessibilidade das áreas citadas. Este método tem como característica principal a implementação de materiais resistentes a tração que é exercida sob o maciço, buscando aumentar sua resistência, assim restringindo possíveis deformações e solicitações de seu próprio.

Fonte: Os autores, 2020.

Obras de contenção executadas através do método do solo reforçado, necessitam da utilização de um material específico conhecido como geotêxtil ou geogrelha. As geogrelhas implantadas no solo reforçado possibilitam que as tensões exercidas na estrutura possam ser descarregadas em seu estado não reforçado, garantindo a sua verticalização.

A execução do maciço reforçado deve ser realizada por etapas, de forma incremental, a partir da utilização de uma forma que permita dar a conformação final face a estrutura. Posteriormente, tal face deve receber proteção adequada, conforme indicação e detalhamento do projeto. A partir de Estudos da Universidade Federal de Santa Catarina, foi elaborada a tabela a seguir, a qual apresenta informações sobre a sequência das etapas que devem ser seguidas na execução de obra de contenção utilizando a metodologia de solo reforçado.

Tabela – 2: Etapas executivas obra de contenção com solo reforçado.

1.Fundação	Preparo da fundação, incluindo a drenagem interna, quando necessária, e a disposição da primeira mata geossintética (geogrelhas). Tal manta deve possuir comprimento adicional suficiente para conformação do paramento e sua ancoragem do maciço.
2.Forma	Posicionamento da forma com altura pelo menos igual à da espessura da camada de solo antes se sua compactação, junto ao alinhamento da estrutura desejada.
3.Envolvimento da Manta	Disposição e envolvimento adicional da manta sobre o material do aterro.
4.Compactação do Aterro	O material do aterro deve ser compactado, de maneira a garantir um grau de compactação e desvio de umidade, que atenda às condições de projeto e o método de ensaio.
5.Paramento Externo	Após a execução de todas as camadas, deve ser executado o paramento final da estrutura.

Fonte: Os autores, 2020.

#### 4.1 ETAPAS DE EXECUÇÃO DA OBRA DE CONTENÇÃO DA ORLA DE MUNICIPAL DE CARAUARI

Importante destacar que apesar de haver estudos sobre as etapas a serem seguidas na execução de obras de contenção, deve-se levar em consideração as características de cada região, dessa forma o método construtivo utilizando na Cidade de Carauari teve que adequar-se as materiais e características existentes na região. A seguir foram apresentadas as etapas que foram empregadas na realização das obras de contenção em Carauari/AM.

Tabela – 3: Etapas executivas obra de contenção realizada em Carauari/AM.

1.Trabalhos preliminares em solo	Início dos trabalhos em terra, nesta etapa de execução da obra de contenção foram previamente definidos, através dos trabalhos topográficos, os pontos específicos os quais necessitariam de aterro e aqueles os quais o solo fora considerado fragilizado e que precisariam ser modificados preliminarmente
2.Compactação do solo	Após o trabalho de aterro nas áreas mais próximas a água, e nivelamento aos níveis pretendidos deu-se início a etapa de compactação do solo, esta envolveu basicamente a compactação com camadas de terra e areia simultaneamente.
3.Envolvimento das camadas de materiais	Concluída a etapa de estabilidade da base da contenção, deu-se continuidade aos trabalhos de estabilidade da encosta (barranco), utilizando o mesmo procedimento da etapa anterior com a aplicação de camadas de terra e areia, compactação e implantação das geogrelhas.
4.Execução do sistema de drenagem	Concomitantemente houve a implantação do sistema de drenagem responsável por captar as águas superficiais e subterrâneas, principalmente aquelas provenientes dos altos índices pluviométricos da região.
5.Concretagem do talude	Fase de concretagem do talude, importante destacar nesta etapa a presença das geogrelhas, estas responsáveis por garantir maior estabilidade e durabilidade da contenção.

Fonte: Os autores, 2020.

Nas imagens a seguir é possível observar as duas obras de contenção executadas na Orla e no Porto do Gavião na Cidade de Carauari.

As duas obras em questão possuíram etapas construtivas semelhantes, com a diferença que no porto do Gavião/Carauari, diferentemente da contenção da orla da cidade, foi executada rampa de acesso, esta de acordo com Relatório de Fiscalização realizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e Secretaria de Estado de Infraestrutura do Estado do Amazonas TC 006.561/2012-8 elaborado durante a execução da obra em 2012, possui 12% de declividade e roletes que permitem o deslizamento da ponte metálica de 20 m de comprimento componente da obra portuária, importante salientar que ainda de acordo com este relatório mesmo com a existência da rampa não permite-se a operação de embarcações médias e grandes em períodos de vazante do rio.

Obras como estas possibilitam a minimização de impactos causados por eventos naturais como o fenômeno de terras caídas, garantem a eficácia dos sistemas a longo prazo, mas é necessário acompanhamento e manutenção (como em todas as obras) para que cumpram definitivamente os objetivos propostos em seus respectivos projetos.

Figura 6 – Vista Frontal da Orla de Carauari



Fonte: Construtora Dias e Menezes, 2014

Figura 7 – Vista Frontal Porto do Gavião/Carauari



Fonte: Portal Carauari, 2020.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de compreender a problemática da erosão na faixa esquerda do rio Juruá onde se encontra a cidade de Carauari, permitiu tecer relevantes considerações sobre a ação deste processo que além de desenvolver uma série de fatores, vinha ocasionando inúmeros problemas na infraestrutura do local.

Os procedimentos, técnicas e tipo de abordagem utilizadas mostraram-se eficientes e possibilitaram uma visão ampla, consistente e mais próxima do entendimento do fenômeno estudado, embora algumas questões levantadas precisem de maior aprofundamento e maior tempo de observação.

Uma das constatações desta pesquisa é de que apesar de se tratar de um fenômeno de grande escala e de intensidade nas margens dos rios que banham municípios do Amazonas, há uma lacuna de literatura acadêmica regional sobre as terras caídas.

Indubitavelmente a engenharia é um dos ramos acadêmicos que mais podem contribuir para minimizar impactos decorrentes de eventos naturais, para isso foram idealizadas e executadas as duas obras em questão: a contenção da orla do município de Carauari e do Porto do Gavião.

Após a pesquisa realizada, acredita-se ter contribuído para o avanço e ampliação do conhecimento básico sobre os agentes e mecanismos causadores da erosão lateral e de como esse fenômeno pode afetar a logística e o cotidiano local caso estas obras de infraestrutura não fossem realizadas. Por se tratar de um processo dinâmico e ainda com poucos estudos, entende-se que a discussão sobre o tema não se encerra nesse trabalho e, portanto, faz-se necessário gerar dados e novos conhecimentos para se levantar questões mais profundas que instiguem o debate científico sobre essa dinâmica fluvial.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Acesso em 30 de outubro de 2020.

Análise Comparativa de Custos entre Estruturas de Contenção. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10130/2/Mariana\\_Oliveira\\_Andrade.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10130/2/Mariana_Oliveira_Andrade.pdf). Acesso em: 15/11/2020.

Aterro Reforçado. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/0B5Wp18\\_tPO6ANVRmM29vWlRXM1k/view](https://drive.google.com/file/d/0B5Wp18_tPO6ANVRmM29vWlRXM1k/view). Acesso em: 15/11/2020.

Bandeira A.A 2005. Evolução do processo erosivo na margem direta do rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão. São Cristóvão – Sergipe, Universidade Federal de Sergipe. Disponível em: [file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/ARILMARA\\_ABADE\\_BANDEIRA%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/ARILMARA_ABADE_BANDEIRA%20(5).pdf). Acesso em: 16 de outubro de 2020.

COMO ESTABILIZAR TALUDES. Disponível em: <https://wwwp2.feb.unesp.br/pbastos/concreto4/Muros%20Arrimo/Estab%20Encosta.pdf>. Acesso em: 23/11/2020.

Construtora Dias e Meneses (2020). Informações referentes as imagens de 2014.

Estruturas de Contenção – Muros de Arrimo. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/muros.pdf>. Acesso em: 15/11/2020.

Erosão nas margens do Rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-AM. Disponível em: <file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Rildo%20-%20Marques.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

FIDEM. Diagnóstico ambiental, urbanístico e social das áreas de morros urbanos da Região Metropolitana do Recife. Convênio FIDEM/SUDENE. (Ermelinda Gonçalves, Sônia M. G. M. Medeiros –FIDEM; Margareth M. Alheiros, Maria Ângela A. Souza, Jan Bitoun – ATEPE, coordenação). Programa Viva o Morro, Recife/PE, 75 p, 2001. Acesso em: 24/10/2020.

GOOGLE EARTH-MAPAS. Disponível em: <Http://mapas.google.com>. Consulta realizada em: 10/11/2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 21 de setembro de 2020.

INPA. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. Acesso em 14 de novembro de 2020.

LAKATOS. Eva Maria. Metodologia Científica: 2ª edição São Paulo: Atlas 2010.

Manual Obras de Contenção. Disponível em: <https://marcosporto.eng.br/wp-content/uploads/2018/02/TM--BR--Manual-Obras-de-Conten%C3%A7%C3%A3o--PT--Feb21.pdf>. Acesso em: 15/11/2020.

MARAGON, M. Estabilidade de Taludes. In Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra.

Disponível em:

[http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/togot\\_Unid04EstabilidadeTaludes01.pdf](http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/togot_Unid04EstabilidadeTaludes01.pdf).

Acesso em: 15/11/2020.

MARCONI. Marina de Andrade. Fundamentos de Metodologia Científica 2003.

MIRANDA E SANTIAGO: Técnicas e Métodos de proteção e estabilização para controle de erosão em talude de corte. Disponível:

[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/tecnicas\\_e\\_metodos\\_de\\_protecao\\_e\\_estabilizacao\\_para-\\_0.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/tecnicas_e_metodos_de_protecao_e_estabilizacao_para-_0.pdf). Acesso em: 24/11/2020.

Obras de Contenção em Encostas em Blumenau-SC: Olhares à Luz da Engenharia Natural. Disponível em: [file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/49770-254236-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/49770-254236-1-PB%20(1).pdf). Acesso em: 15/11/2020.

Portal Carauari. Imagens 2020.

Projeto Geotécnico de uma Estrutura de Contenção em Concreto. Disponível em:

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011764.pdf>. Acesso em: 15/11/2020.

RUIZ, E. F.; MOTA, G. M.; FORTEZA, A. L. Solo reforçado com geogrelhas: Aplicações em obras de encontros de pontes e viadutos. Disponível em: <http://igsbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/12/CCO-2012-Solo-refor%C3%A7ado-com-geogrelhas-aplica%C3%A7%C3%B5es-em-obras-de-encontros-de-pontes-e-viadutos.pdf>. Acesso em: 24/11/2020.

Terras Caídas: caracterização e modelagem geotécnica do fenômeno erosivo amazônico. Disponível em:

[file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_EliasSouza\\_PPGEC%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Daniel%20Rocha/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o_EliasSouza_PPGEC%20(1).pdf). Acesso em: 04 de outubro de 2020.

Torres A.R 2014. Estudo da Modelagem de estruturas de contenção de Obras Portuárias. Rio de Janeiro – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em:

<http://www.labbas.eng.uerj.br/pgeciv/nova/index.php?menu=dissertacoes>. Acesso em 13 de setembro de 2020.

# Capítulo 2

## *Contenção de talude com sistema de drenagem*

*Arlindo Mendonça Batista Junior*

*João Pedro Guimarães Conceição*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O objetivo geral desta pesquisa foi “Utilizar a contenção com sistema de drenagem para estabilização de taludes na empresa Sodecia da Amazônia na cidade de Manaus-AM. Justifica-se esta pela ocorrência de rupturas em taludes e suas consequências geradas, que muitas vezes são inestimáveis, priorizando a importância do estudo das causas dos escorregamentos no sentido de prevenir problemas, tanto no andamento da obra quanto no futuro. A análise da estabilidade de taludes é uma questão transversal na área da geotecnia, em grande parte pelo risco que este tipo de obra geralmente comporta no caso de ruptura, quer em termos de bens materiais quer em termos de vidas humanas. Diante do exposto formulou-se a seguinte problemática: Como verificar o melhor método de contenção e mais viável de acordo com os parâmetros de resistência do solo, coesão e ângulo de atrito? A metodologia utilizada foi um pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Com os dados obtidos nos ensaios de características do solo, foi possível definir o tipo de contenção ideal e viável para estabilizar o talude. A contenção de talude foi a técnica que melhor se adaptou ao problema relatado pelo cliente, permitindo o uso de recursos naturais e de corte. É de extrema importância ter alternativas de dispositivos para se executar um sistema de drenagem, o que, por consequência, acaba tendo maior diversidade nos métodos de execução, cada um podendo ter vantagens e desvantagens.

**Palavras-chave:** Estabilização de Talude, Caracterização do Solo, Viabilidade Técnica.

## 1 INTRODUÇÃO

A estabilidade de taludes reveste-se de uma importância cada vez mais significativa atualmente, dadas as necessidades de expansão urbana e de ocupação de locais cuja estabilidade levanta algumas reservas, como é o caso dos taludes, especialmente os naturais, aqueles que existem na natureza sem a intervenção direta do homem (DIAS, PEREIRA e SILVA, 2020).

A análise da estabilidade de taludes é uma questão transversal na área da geotecnia, em grande parte pelo risco que este tipo de obra geralmente comporta no caso de rotura, quer em termos de bens materiais quer em termos de vidas humanas ABNT NBR 11682 (2009). Diante do exposto formulou-se a seguinte problemática: Como verificar o melhor método de contenção e mais viável de acordo com os parâmetros de resistência do solo, coesão e ângulo de atrito?

Justifica-se esta pesquisa pela ocorrência de rupturas em taludes e suas consequências geradas, que muitas vezes são inestimáveis, priorizando a importância do estudo das causas dos escorregamentos no sentido de prevenir problemas, tanto no andamento da obra quanto no futuro (GERSCOVICH, 2016).

Esta pesquisa tem como objetivo geral: Utilizar a contenção com sistema de drenagem para estabilização de taludes na empresa Sodecia da Amazônia na cidade de Manaus-AM. E para isso se fez necessário estabelecer os objetivos específicos: Escavar lateral para retirada de barro solto no entorno do deslizamento de terra para compactar a área; Cortar talude, com retiradas de camadas de barros para recomposição do fechamento da erosão; Construir as escadas de concreto armado para drenagem das águas; e Construir as canaletas de concreto usinado para distribuição das águas pluviais.

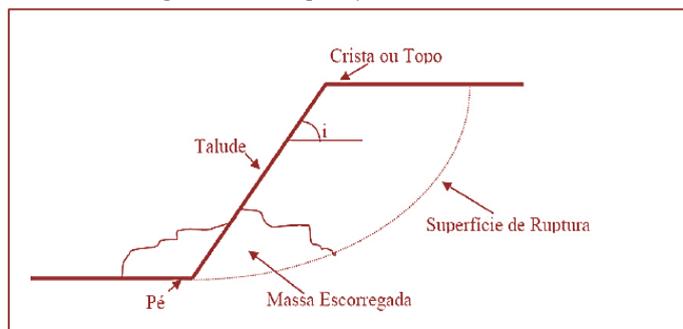
O estudo tem como característica básica deixar como critério de escolha e proposta para uma intervenção com baixo custo e com prazo hábil para a estabilização do talude, considerando seu grau de risco, conhecimento técnico, geológico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TALUDES

Quando obras precisam de uma grande movimentação de terra para a sua execução, um ou mais taludes geralmente são formados, seja pela retirada ou pela deposição de material em um determinado local. Quando isso ocorre, a região criada, que geralmente é desprovida de vegetação, fica instável devido a ação de agentes de intemperismo (vento, chuva, animais, etc) o que ao longo do tempo, dificulta a fixação da mesma no local, fazendo com que a área fique instável e propensa à acidentes (DIAS, PEREIRA e SILVA, 2020).

Figura 1 - Composição de um taludeão



Fonte: Fritscher, 2016.

A modificação da geometria do talude é considerada pelos autores como sendo umas das causas mais comuns para o desencadeamento de condições de instabilidade, seja pelo acréscimo de carga em sua parte superior ou pela retirada de massa na sua porção inferior (FRITSCHER, 2016).

Os taludes também conhecidos como encostas, morros ou rampas podem ser divididos em naturais e artificiais. Naturalmente pela natureza, e por ações geológicas e intempéries, os taludes naturais, contêm presença de diferentes materiais e maior complexidade geológica. (GERSCOVICH, 2016).

## 2.2 TIPOS DE TALUDE

Os taludes naturais podem ser constituídos por solo residual e/ou coluvionar, além de rocha. Os solos residuais permanecem no local em que foram gerados, e os coluvionares são formados como resultado do transporte, tendo como agente principal a ação da gravidade (GERSCOVICH, 2016).

A formação de um talude natural, geralmente chamado de encosta, é originada a partir de intempéries ou da ação geológica. Em relação à forma, os taludes naturais apresentam superfície plana ou curvilínea, com interferência do formato no fluxo preferencial de água superficial (BEKAERT, 2020).

Os taludes naturais possuem uma estrutura diferente dos taludes artificiais, porque permite um maior conhecimento do material. Sendo que os taludes artificiais mostram uma homogeneidade se tornando mais acentuados que os maciços naturais (DIAS, PEREIRA e SILVA, 2020).

Os taludes artificiais .2.2 Artificiais  
Os taludes artificiais possuem uma estrutura diferente dos taludes naturais, porque permite um maior conhecimento do material. Sendo que os taludes artificiais mostram uma homogeneidade se tornando mais acentuados que os maciços naturais (DIAS, PEREIRA e SILVA, 2020).

Os taludes artificiais se dividem em taludes de aterro e taludes de corte. Os aterros são constituídos em projetos de barragem de terra e em obras viárias e de implantação de estruturas civis, quando o solo de fundação tem baixa capacidade de suporte ou para nivelamento do terreno. Os taludes de corte são os que se formam quando material é movimentado em grande escala do local (DIAS, PEREIRA e SILVA, 2020). Os taludes artificiais são compostos por três partes básicas (BEKAERT, 2020): Crista: parte que possui o ponto de altura máxima do talude; Pé: região de altura mais baixa do talude; Corpo ou maciço: parte interna do talude que é de maior interesse para profissionais na área de engenharia, uma vez que os estudos de coesão do solo, plasticidade e constituição são feitos.

## 2.3 ESTABILIDADE DE TALUDES

Conforme a ABNT NBR 11682 (2009) – Estabilidade de Taludes tem a finalidade de assimilar as diversas ações que provocam o colapso dos taludes, distinguindo os tipos de movimentos de massa suas causas e agentes.

As obras de estabilidade de taludes vêm se tornando cada vez mais comuns no mercado da construção civil, devido a inúmeros deslizamentos de terras, dos quais noticiamos grandes tragédias (BUSSANELI; ALVES; TAVARES, 2017). Alguns métodos de análise de estabilidades são:

- O método de análise de estabilidade proposto por Fellenius, são utilizadas fatias para determinar a distribuição da tensão normal na superfície de ruptura, importante para a análise com tensões efetivas. O método satisfaz somente o equilíbrio de momentos, supondo que a resultante das forças entre fatias é paralela à base. Devido a isto, tem seu fator de segurança subestimado, podendo errar em até 60% (DIAS, PEREIRA e SILVA, 2020), para isso as forças atuantes para um problema genérico de estabilidade de talude são:
- 
- O Método de Bishop considera a superfície de ruptura com forma circular. Tem como hipótese a resultante das forças entre as fatias horizontais onde a resistência ao cisalhamento tem a presença de pressão neutra (ALMEIDA, 2015). A partir do equilíbrio dessas forças, o FS através do método pode ser calculado, deste modo, a saber:
- O método de Spencer foi desenvolvido para casos de rupturas circulares, e depois adaptado para outras superfícies de ruptura e utiliza o método das fatias. Ele é considerado um método rigoroso, pois atende a todas as equações de equilíbrio de forças e de momentos, sendo necessário para tal, o uso de programas computacionais de forma iterativa, como, por exemplo, o software matemático Matlab ou Fortran (FIORI; CARMIGNANI, 2015).

## 2.4 OBRAS DE ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

O retaludamento consiste em um processo de terraplanagem, através do qual se alteram por cortes ou aterros, os taludes originalmente existentes em um determinado local, a fim de aumentar a sua estabilidade. Dentre as diversas obras de estabilização, esse método é o mais empregado devido a sua simplicidade e eficácia (BUSSANELI; ALVES; TAVARES, 2017).

É um processo de terraplanagem através do qual se alteram, por cortes ou aterros, os taludes originalmente existentes em um determinado local para se conseguir uma estabilização do mesmo. Torna-se inviável quando o espaço é escasso ou a vegetação não pode ser retirada (CARDOZO, 2016).

É um método que tem papel fundamental na estabilização de taludes de corte ou aterro, pois a sua função é evitar perda do material devido a erosões e diminuir a infiltração de água no solo nas superfícies desprotegidas (BUSSANELI; ALVES; TAVARES, 2017). O método consiste na aplicação de gramíneas, as quais, apresentam-se como revestimento de melhor capacidade regenerativa para a estabilidade da estrutura do solo, sendo indicadas para a proteção de talude de cortes e aterros quando se deseja uma rápida cobertura, com máxima eficiência. A proteção superficial se dá por meio de cobertura vegetal do tipo gramínea, onde as raízes se fixam na camada estável do solo (CARDOZO, 2016):

- Aplicação: Aplicável para qualquer tipo de rocha ou solo e adaptável a todas as situações de esforços.
- Vantagens: Solução não estrutural e, portanto, simples e de baixo custo.
- Cuidados: Certificar que a geometria de execução está de acordo como projeto é imprescindível, bem como observar a largura e inclinação dos taludes e bermas. A compactação deve ser realizada em camadas de 20cm de espessura.

A drenagem apresenta eficiência e é muito utilizada na estabilização de maciços, tanto nos casos em que é utilizada como único recurso, quanto naqueles em que é um

recurso adicional, utilizado conjuntamente com outras técnicas de proteção. Considerando os inúmeros efeitos que a água pode causar no talude, um sistema de drenagem deve ser instalado antes da execução do fechamento da parede externa do talude para garantir que o fluxo de água ocorra de maneira adequada para fora do mesmo. Este procedimento evita que apareçam pressões de água sobre as paredes construídas, sejam elas de concreto ou de outro material, por opressões que possam desestabilizar o maciço de solo, aumentando o peso específico do material, entre outros efeitos (FRITSCHER, 2016).

Para o seu direcionamento deve ser realizado um estudo no local sobre os índices pluviométricos, a área da bacia de contribuição e as características dos materiais por onde escoam as águas a serem drenadas, sendo que o sistema de drenagem deve ter uma programação de manutenção e vistorias realizadas de forma contínua. As obras de drenagem podem ser subdivididas em drenagem superficial e drenagem profunda (BUSSANELI; ALVES; TAVARES, 2017).

#### **2.4.1 DRENAGEM SUPERFICIAL**

São considerados drenos de superfície as canaletas de crista e pé, bem como as de descida d'água. Como nestas peças ocorre acúmulo de águas, seu efeito erosivo no despejo deve ser cuidadosamente analisado (FRITSCHER, 2016).

Trata-se de uma manta envolta em uma argamassa especial, que através de componentes aceleradores, que ao entrando em contato com a água, transforma-se em uma fina camada de concreto, disponível em rolos portáteis. Esse material tem sido utilizado em um diversificado número de obras em 45 países, e mais recentemente no Brasil (PEREIRA, 2017).

Para um sistema de drenagem superficial eficiente, utiliza-se uma série de dispositivos com objetivos específicos: valetas de proteção de corte, valetas de proteção de aterro, sarjetas de corte, sarjetas de aterro, descidas d'água (escadas hidráulicas, escadas drenantes), saídas d'água, caixas coletoras, dissipadores de energia e escalonamento de taludes. A função dos dispositivos é na maioria das vezes complementar, isto é, um dispositivo resguarda e colabora na função do outro, fazendo do sistema um conjunto eficiente e sustentável (CARDOZO, 2016).

#### **2.4.2 DRENAGEM PROFUNDA**

É um elemento que capta as águas profundas e distantes da face do talude antes que nele aflorem. Ao captá-las, são conduzidas ao paramento e despejadas nas canaletas (FRITSCHER, 2016). Tem comprimentos variáveis normalmente, entre 6 e 24 metros.

Os “drenos sub-horizontais profundos”, DHP, resultam da instalação de tubos plásticos drenantes, de 32 a 50 mm, em perfurações no solo de 64 a 100 mm. Drenos profundos são dispositivos utilizados para rebaixar o lençol freático, em cortes em solo ou rocha, evitando que a ação das águas subterrâneas possa afetar a resistência do material do subleito e/ou pavimento, prejudicando o desempenho deste (PEREIRA, 2017).

É todo elemento ou estrutura destinado a contrapor-se a empuxos ou tensões geradas em maciços, cuja condição de equilíbrio foi alterada por algum tipo de escavação, corte ou aterro, utilizado com o mesmo propósito, porém adaptados em situações especiais (BUSSANELI; ALVES; TAVARES, 2017).

Solo grampeado é uma técnica de melhoria de solos, que permite a contenção de taludes por meio da execução de chumbadores, concreto projetado e drenagem. Os chumbadores ou grampos, promovem a estabilização geral do maciço, o concreto

projetado dá estabilidade local junto ao paramento e a drenagem age em ambos os casos (SOLOTRAT, 2020).

Neste método de contenção de taludes inserem-se barras, também chamadas de grampos, diretamente no solo, direcionados perpendicularmente em relação à linha de ruptura do maciço, oferecendo assim, uma resistência tanto ao cisalhamento como à tração ao mesmo. Como as barras não são protendidas, a mobilização dos esforços acontece somente a partir da movimentação da massa de solo do talude (FRITSCHER, 2016).

Os Geossintéticos são materiais industrializados que possuem em sua constituição polímeros, naturais ou artificiais. Sua utilização está ligada a obras de geotecnia, principalmente ao reforço do solo, mas também pode desempenhar outras funções como: filtração, drenagem, separação, impermeabilização e controle de erosão. Deste modo, o emprego destes reforços possibilita a construção de aterros sobre solos moles, como também, a de muros íngremes improváveis de serem viabilizados em solos não reforçados (AGUIAR, 2020)

É importante ressaltar que a técnica de aplicação dos geossintéticos está em pleno desenvolvimento, por isso, os produtos estão em constante evolução, contudo podemos destacar os materiais relacionados abaixo como sendo os principais devido aos seus volumes de aplicação nas obras (INBEC, 2018).

A abordagem do projeto aqui pretendida tem por base intervenções de engenharia natural e para tanto necessita de vegetação com propriedades eco morfológicas e biotécnicas que contribuam para a cobertura da área. Devem ser buscadas espécies com aptidão já comprovada. Plantas com capacidade de reprodução vegetativa são preferíveis. A disponibilidade de espécies e volume de material vegetal será determinante na escolha da intervenção mais adequada para cada área (BECKER, 2016).

O recobrimento vegetal das áreas não é entendido como ação permanente de estabilização geotécnica, mas como medida de recuperação ambiental, bem como controle e prevenção de erosão superficial. Contribuem por sua vez, para a estabilização geotécnica as ações de retaludamento, a drenagem superficial, a colmatação das trincas e a implantação de drenos subsuperficiais. Sugere-se, saídas a campo para a busca de locais de coleta de material para a produção de mudas por propagação vegetativa e que servirão como fonte de material vegetativo a ser utilizado de maneira direta nas obras e modelos sugeridos.

O muro de arrimo ou muro de contenção é um tipo específico de muro que serve para suportar a terra além de isolar o terreno. Ele é uma solução de segurança para terrenos em declive e ou com inclinação que receberão cortes para se tornarem planos. Após o corte, surgirão as áreas de acomodação, o espaço entre o perfil original do lote e a área que se tornou plana (GERSCOVICH, 2016). É uma estrutura volumétrica formada por blocos destinadas a estabilizar encostas junto as edificações nas áreas urbanas, pontes, estradas ou ruas. A construção de um muro de arrimo representa sempre um elevado ônus no orçamento total de uma obra devido aos altos gastos com materiais como concreto e aço (PEREIRA, 2019).

A cortina atirantada é composta de um muro de concreto e de tirantes protendidos. Deve ser escolhida entre as técnicas de melhoria de solos e contenções que mais se adaptem ao problema apresentado e que permite a contenção de taludes naturais e de corte, por meio da execução de tirantes e drenagem. Tirante é uma peça composta por um ou mais elementos resistentes a tração, montada segundo

especificações do projeto. Estes elementos são introduzidos no terreno em perfurações previamente executadas (FERREIRA, 2018).

Este método de contenção é formado por uma parede de concreto armado onde são inseridas barras metálicas (tirantes), as quais serão preenchidas por nata de cimento a alta pressão e protendidas ao final da cura para o aumento da resistência. Por fim, os tirantes são fixados à parede de concreto, empurrando a estrutura contra o maciço de solo (FRITSCHER, 2016).

Os elementos resistentes a tração podem ser barras de aço ou cordoalhas para proteção. Existem detalhes específicos da montagem dos tirantes e dos cuidados com sua execução. No caso de execução de cortinas atirantadas é necessário um muro de concreto, devidamente calculado para transmitir o empuxo gerado pela proteção dos tirantes ao terreno, efetivando assim o arrimo. Os taludes naturais podem ser eficientemente contidos através de cortinas atirantadas com a execução de tirantes protendidos, para prevenir ou corrigir desmoronamentos que os tornam instáveis e passíveis de rupturas e risco para pessoas e propriedades (SOLOTRAT, 2020).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso. De acordo com Pizzani et al. (2015), a pesquisa bibliográfica é um trabalho investigativo minucioso em busca do conhecimento e base fundamental para o todo de uma pesquisa, a elaboração de nossa proposta de trabalho justifica-se, primeiramente, por elevar ao grau máximo de importância esse momento pré-redacional; como também justifica-se pela intenção de torná-la um objeto facilitador do trabalho daqueles que possivelmente tenham dificuldades na localização, identificação e manejo do grande número de bases de dados existentes por parte dos usuários. e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é um procedimento exclusivamente teórico, compreendida como a junção, ou reunião, do que se tem falado sobre determinado tema.

O objeto de estudo foi a Sodecia da Amazônia, que é uma empresa pertencente ao Grupo Industrial português com sede em Maia, Portugal. Com atuação no mercado de componentes de automóveis e motocicletas desde 1980, o Grupo ODECIA consolidou a sua experiência no desenvolvimento e produção de pequenos e médios componentes estampados, sub-conjuntos genéricos, conjuntos soldados, estruturas metálicas de assentos, pedaleiras e travões de mão, dentre outros. Instituída na Amazônia desde 1999, o Grupo SODECIA sempre comprometido com os seus clientes, aceitou o desafio da Moto Honda da Amazônia e fundou uma empresa em Manaus, com o objetivo de atender exclusivamente a divisão de motocicletas da Moto Honda. A Sodecia da Amazônia é uma empresa que atua no setor metalúrgico como produtora de conjuntos metálicos para indústria de duas rodas e quatro rodas. Dentre suas principais atividades estão o processo de solda e pintura a pó de peças metálicas. Possui duas unidades - Unidade Balata situada na rua Balata, 253 - Distrito Industrial e com 6.000 m<sup>2</sup>, e Unidade Aleixo situada na Avenida Cosme Ferreira, 13.900 - Colônia Antônio Aleixo com 13.000 m<sup>2</sup> de área construída.

Para o estudo de caso a contenção de talude foi a técnica que melhor se adaptou ao problema relatado pelo cliente, permitindo o uso de recursos naturais e de corte:

- Escavação lateral: Escavar a lateral para retirada de barro solto no entorno do deslizamento de terra para compactar a área;
- Cortar o talude, com retiradas de camadas de barros para recomposição do fechamento da erosão; Construir as escadas de concreto armado para drenagem das águas;
- Construir as canaletas de concreto usinado para distribuição das águas pluviais.

#### 4 RESULTADOS ALCANÇADOS

Diante dos dois escorregamentos ocorridos em um trecho de aproximadamente 200 m da fábrica, o engenheiro responsável por monitorar esse trecho da fábrica verificou a necessidade de uma análise mais detalhada do talude em questão, visto que, ocorridos esses deslizamentos a encosta apresentava indícios de instabilidade.

A contenção de taludes foi a técnica escolhida para tal análise e engloba diversos fatores, sendo que, muitos destes influenciam inclusive a escolha do método mais adequado para cada situação. A contenção e estabilização de taludes são, portanto, diferentes serviços que tem a função de garantir estabilidade e segurança às inclinações de taludes com a intenção de que eles se mantenham em perfeitas condições e livres de deslizamentos ou outros acidentes que possam interferir no seu empreendimento.

Durante o processo de escavação lateral foi feita a limpeza da cobertura vegetal que cedeu no deslizamento. A cobertura vegetal tem papel fundamental no combate à erosão, seus membros são capazes de interceptar as gotas de chuva antes que atinjam o chão, reduzindo o tamanho das gotas e a energia com que atingem o solo, evitando seu impacto direto na camada superficial. A cobertura vegetal desempenha uma função primordial na proteção do solo contra erosão, reduzindo o impacto das gotas da chuva e oferecendo resistência ao escoamento superficial.

A erosão é um dos processos capazes de alterar significativamente a paisagem. Está diretamente relacionado às propriedades do solo, características da chuva, existência e tipo de cobertura vegetal do solo, práticas de uso e manejo do solo e características físicas do maciço (comprimento de rampa e declividade). A erosão constitui um sério problema que assola principalmente os países tropicais, por estarem presentes nestes locais a combinação de maus usos do solo.

Foi feita a construção das escadas de concreto armado para drenagem das águas pluviais com montagem das meias canaletas nos finais das baquetas direcionadas as escadas com o objetivo de diminuir a velocidade da água, principalmente durante as chuvas intensas no inverno, para evitar que ocorra nova erosão no talude. Os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) estão intimamente ligados ao sistema natural de drenagem. Quando ocorre uma precipitação, as águas pluviais espontaneamente escoam das regiões mais altas para as mais baixas de uma bacia hidrográfica.

Cortes e aterros foram feitos de forma a remover material da área superior para atender a conformação de baquetas de contenção, para compor toda a altura existente, chegando até o nível da margem do córrego foi necessário, para atender ao evento, a execução de seis níveis de taludes com baquetas, na área prevista o desmonte de partes, instáveis, criando novos, taludes resistentes a deslizamentos futuros.

Foram construídos dissipadores para recepção das águas provenientes dos planos inclinados menores que 60°. Sendo modificado o regime Hidrológico do local,

com adição de tubulação de drenagem, em bueiros de concreto armado com diâmetro de 800mm, com caixas intermediárias de redução de velocidade dos fluxos hídricos, bem como, escadas redutoras de energia, proporcionando que o fluxo hidro chegue ao córrego com baixíssima velocidade evitando ação de erosão.

Todos os cortes feitos nos taludes, foram gramados, tendo como função principal conter erosões, que destroem as estruturas que compõem o solo, levando nutrientes e sais minerais existentes para as partes baixas do relevo. O tipo de erosão mais comum é a provocada pela retirada de areia, argila, óxidos e húmus pelas águas da chuva em placa, dessa forma proporciona proteção ao solo, evitando novas erosões.

Figura 2 - Obra Finalizada



Fonte: Autores, 2020.

Após diversas vistorias no local e análises por geólogos e geotécnicos, constatou-se não só a necessidade de conter os pontos de escorregamento, mas também estender as obras de estabilidade para as áreas ao lado, consideradas com elevado fator de risco, tendo em vista os movimentos de massa ocorridos muito próximos, em taludes com geometria e geologia semelhantes.

## 5.CONCLUSÃO

Os estudos da estabilização de taludes estão interligados com seus tipos de contenção e se tornam necessários, cada vez mais, devido aos grandes desastres ocasionados pelos deslizamentos de terras. Infelizmente, a projeção que se tem é da continuação desses escorregamentos, devido ao processo contínuo de desmatamento, urbanização e chuvas. Portanto a prevenção se torna cada vez mais necessária, principalmente em áreas de maior risco.

A drenagem, seja ela superficial ou profunda, também é considerada uma alternativa dentre muitos métodos utilizados para a estabilização de taludes. O orçamento de uma obra de drenagem é, na maior parte, muito pequeno comparado ao montante total do orçamento da obra. Executar um projeto de qualidade e investir numa drenagem que possibilite o escoamento adequado das águas pluviais para o sistema de

drenagem permite o funcionamento dos empreendimentos mesmo na ocorrência das chuvas.

Deve-se lembrar que, na opção por um destes tipo de obra, ou seja, na elaboração de projetos de estabilização de taludes, não se pode esquecer que “cada caso é um caso” e que “a natureza não se repete”, e, portanto, a adoção de uma solução deve estar embasada em estudos cuidadosos, que consideram as características do meio físico e os processos de estabilização envolvidos.

É de extrema importância ter alternativas de dispositivos para se executar um sistema de drenagem, o que, por consequência, acaba tendo maior diversidade nos métodos de execução, cada um podendo ter vantagens e desvantagens.

O presente artigo, visou salientar todas as vivências de um campo de obra e permitiu a análise de que a teoria difere um pouco da prática. No dia a dia várias eventualidades, não mencionadas na teoria, se faz presente em um processo de obra com duração de mais de um mês. Além disso, relacionar-se com pessoas em campo, proporciona tanto um aprimoramento do processo de observação, relacionamento e discurso como também desenvolve habilidades de cunho de gerenciamento e gestão.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

AGUIAR, Luana Espindola Ribeiro **Você sabe o que são Geossintéticos**. Publicado em 25/06/2020.

ALMEIDA BARROS, P. L. Obras de Contenção. Publicação editada pelo departamento técnico, 2015.

BECKER, L.D.B. “**Estabilidade de Taludes**”, Notas de Aula. 2016.

BEKAERT, Belgo. **Tipos de taludes: como lidar com cada um deles**. Publicado em 22/09/2020.

BUSSANELI, Gustavo Souza; ALVES, Lucas Gomes; TAVARES, Aline Botini Bertequini. **Métodos de estabilização em taludes**. UNITOLEDO. 2017.

CARDOZO, Allisson Duarte de Almeida. **Propostas para estabilização de talude na rodovia BR-230, KM 19**. João Pessoa, 2016.

DIAS, João Victor Pinheiro. PEREIRA, Eduardo Moraes. SILVA, Wellington Cesar Teles **Análises de estabilidade de um talude no município de Gurupi-TO**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXX, Nº. 000201, 20/11/2020. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/analises-de-estabilidade-de-um-talude-no-municipio-de-gurupi>. Acesso em: 21/11/2020.

FERREIRA, Romário. **Cortina atirantada. Conheça o sistema de contenção com estrutura de concreto armado e tirantes**. Equipe de obra. Edição 45. 2018.

FIORI, Alberto P.; CARMIGNANI, Luigi. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**: aplicações na estabilidade de taludes. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FRITSCHER, Ester Cristina. **Análise de estabilidade de talude**: estudo município de Teutônia/RS. Lajeado, novembro de 2016.

GERSCOVICH, Denise M. S. **Estabilidade de taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

INBEC. **Geossintéticos**: A tecnologia certa para obras de Geotecnia. Publicado em 23/08/2018.

PEREIRA, Arthur Coutinho de Araújo. **Sistemas de drenagens em obras de contenções de taludes**. João Pessoa, 2017.

PEREIRA, Caio. **Muro de arrimo**: O que é e principais tipos. Escola Engenharia. Atualizado em 16/01/2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/muro-de-arrimo/>. Acesso: 05/10/2020.

PIZZANI, Luciana et al. **A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento**. Rev. Dig. Bibl. Ci. Inf., Campinas, v.10, n.1, p.53-66, jul./dez. 2015 – ISSN 1678-765X.

SOLOTRAT. 2020. **Cortinas atirantadas**. Disponível em: <http://www.solotrat.com.br/cortinas-atirantadas>. Acesso: 05/10/2020.

SOLOTRAT. 2020. **Manual de serviços geotécnicos Solotrat**. 6ª Edição. Disponível em: [www.solotrat.com.br](http://www.solotrat.com.br). Acesso: 05/10/2020.

TUMELERO, Naína. **Tipos de pesquisa**: da abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. Publicado em 20/09/2019.

SANTOS, Luana Maria dos. **Erosão em taludes de corte** - métodos de proteção e estabilização. Guaratinguetá – SP, 2015.

# Capítulo 3

## *Estudo sobre ocupações irregulares por famílias socialmente vulneráveis na BR-319/AM nas mediações do km 13,0 ao 14,0*

*Bianca do Nascimento Lima*

*Ketlen Colares Chaves*

*Igor Bezerra Lima*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** Este artigo aborda como tema a situação atual referente a ocupações irregulares na faixa de domínio na BR-319/AM nas mediações do km 13,0 ao 14,0 com o intuito de apresentar soluções de engenharia para mitigar os impactos causados por ocupações irregulares. Esse fenômeno se consolida as margens das vias por tratar-se de locais potencialmente produtivos, onde famílias que se encontram em estado de vulnerabilidade social enxergam uma opção de moradia e obtenção de renda. Como solução de engenharia, são apresentadas 3 propostas com o intuito de minimizar o número crescente de ocupações irregulares ao longo da malha rodoviária.

**Palavras-chave:** faixa de domínio, famílias socialmente vulneráveis, ocupações irregulares.

## 1. INTRODUÇÃO

Ocupações irregulares são conhecidas por serem feitas em locais com ausência de planejamento urbano e social e com isso, causam danos à região que estão localizadas, danos esses que por sua vez podem ser irreversíveis, temos como exemplo a perda da vida humana.

O cidadão tem necessidades que geram ações que precisam ser atendidas pelo Estado, ações essas que são difíceis de serem atendidas de forma individual pelo próprio cidadão e por esse motivo existe o Estado Democrático de Direito, que tem a função de garantir o direito individual, coletivo e social por meio do direito constitucional.

É notório que a plena mobilidade do cidadão é reconhecida como um direito. O direito individual de locomoção, no território nacional em tempo de paz, assegura o cidadão e seus bens sem necessidade de autorização. Diante do exposto, órgãos públicos como o Departamento de Infraestrutura e Transporte – DNIT tem a missão de atender as demandas por mobilidade geradas pelo cidadão.

O direito de ir e vir, que está garantido pelo inciso XV do art. 5 da Constituição Federal de 1998, não é absoluto. Esse direito está limitado pelos termos da lei e por normas de convivência social. A administração pública no âmbito de patrimônios públicos está diretamente ligada a atender as funções sociais para oferecer vias de transportes de cargas e passageiros para que a demanda por transporte do cidadão seja suprida, além do que, esta é uma atividade característica de rodovias na forma de serviços públicos (Constituição Federal, 1988).

O crescimento significativo pela procura de moradia e renda fez com que os conflitos sociais nas cidades aumentassem progressivamente. Para uma solução satisfatória em relação ao fenômeno de ocupações irregulares por famílias socialmente vulneráveis, certamente o confronto direto não é uma das opções plausíveis podendo contribuir para o aumento dos conflitos sociais e ocasionando confrontos jurídicos.

O fenômeno ocasionado por ocupação irregular origina vários outros problemas que não afetam somente a população residente em determinada área, capaz de se expandir e afetar toda a população. As consequências do uso irregular dessas áreas aumentam os custos de urbanização e proporciona vários outros fenômenos como a disseminação de doenças contagiosas causados pelo assoreamento dos recursos hídricos. É necessário ponderar que por ser uma forma de obtenção de renda, a ocupação irregular em faixas de domínio é usufruída por pessoas de todas as classes sociais.

Assim, com o intuito de solucionar esse fenômeno, a inviabilização das ocupações irregulares nas Faixas de Domínio em rodovias federais seria o melhor caminho para que os números de ocupantes nessa região não progredissem. Fazendo com que se torne uma via que não ofereça recompensas, além de atuar de maneira não conflitante no comportamento social e coletivo.

Neste artigo pretende-se elencar de forma prática a sucessão de ideias para melhor compreensão do tema apresentado.

O referencial teórico utilizado na pesquisa que abrange conteúdos aceitos nos meios acadêmico e profissional está presente no segundo capítulo. Os materiais e métodos adotados para que o tema proposto seja apresentado está descrito no terceiro capítulo. O quarto capítulo envolve a o comportamento e natureza no que tange o fenômeno de ocupação irregular de faixa de domínio por famílias socialmente vulneráveis na BR-319/AM nas mediações do KM 13,0 ao 14,0, a atuação do DNIT quanto a essa realidade e as relações entre a operação e utilidade da via, mostrando alternativas viáveis para lidar com esse fenômeno de forma efetiva.

## 2. TEMA

O tema apresentado é o estudo de opções viáveis a respeito do fenômeno causado por ocupações irregulares por família socialmente vulneráveis na BR-319/AM nas mediações do KM 13,0 ao KM 14,0, dando importância a realidade social e os meios para viabilizar soluções adequadas para esse problema.

## 3. OBJETIVOS

Analisar os problemas ocasionados atualmente por ocupações irregulares feitas por famílias socialmente vulneráveis na BR-319/AM nas mediações do KM 13,0 ao KM 14,0.

### 3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as condições atuais de Faixa de Domínio na BR-319/AM nas mediações do KM 13,0 ao KM 14,0;
- Identificar os problemas habituais que dificultam a gestão de Faixa de Domínio nas medições do HM 13,0 ao 14,0 na BR-319/AM;
- Apresentar soluções de engenharia para reduzir os problemas identificados no levantamento sobre as ocupações irregulares de Faixa de Domínio por famílias socialmente vulneráveis.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. FAIXAS DE DOMÍNIO

Seguindo a diretriz do Glossário de Termos Técnicos do Departamento de Infraestrutura e Transportes - DNIT e em concordância ao Anexo 1 da Lei 9503/2007 do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, define-se faixa de domínio como: “Superfícies lindeiras às vias rurais, delimitadas por lei específica e sob responsabilidade do Órgão ou entidade de trânsito competente com circunscrição sobre a via” (Lei nº 9.503/97).

Faixas de domínio são constituídas por sinalização, acostamentos, pista de rolamento, obras de arte, canteiros e faixa lateral de segurança. Suas demarcações são estabelecidas de acordo com projeto executivo para a rodovia, leis públicas para utilização da área ou em projetos de desapropriação. Ainda assim, sua definição não abrange toda a funcionalidade para justificar sua existência.

“A faixa de domínio compreende o corpo da rodovia e áreas adjacentes, até o limite das propriedades lindeiras, na qual se inicia a área non aedificandi e onde não se pode construir por questões de segurança” (MARAFON, 2009, pág 6). Questões essas que em ocorrência de acidentes com ausência de dirigibilidade, fazem com que o isolamento da pista de rolamento ofereça uma visão ampla pelo condutor tendo espaço para manobras em estado de emergência.

Normalmente, as faixas de domínio correspondem às larguras desapropriadas para a construção da estrada, compreendendo 50 metros de largura, podendo eventualmente apresentar 30, 80 ou 100 metros, dependendo da categoria da estrada. Para Marafon (2009), seja qual for a classe da rodovia, sua segurança está relacionada à sua faixa de domínio, a qual deve ser dotada de uma área marginal de escape, sem obstáculos físicos e irregularidades do terreno lateral.

Assim, a faixa de domínio é considerada como parte integrante do espaço viário, cuja funcionalidade é de garantir a continuidade das funções operacionais, a possibilidade de alargamento de pista e a ampliação da segurança rodoviária.

## 5. O USO DE FAIXA DE DOMÍNIO EM RODOVIAS FEDERAIS

Conforme o Art. 50 do Código de Trânsito Brasileiro, o uso de faixas laterais de domínio e das áreas adjacentes às estradas e rodovias obedecerá às condições de segurança do trânsito estabelecidas pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via (BRASIL, 1997).

A regulamentação do uso de Faixa de Domínio é definida pelo Manual de Procedimentos Para Permissão Especial de Uso do DNIT e como as rodovias são consideradas vias multifuncionais, podem ser utilizadas para transporte de energia elétrica, ramais de distribuição de água, ramais de adutoras, dados de telecomunicação e vários outros serviços que possam ser classificados como utilidade pública. Cada atividade específica é regulamentada pelo órgão.

O Artigo 99 do Código Civil especifica que são considerados bens públicos estradas, ruas e parques e que edifícios ou terrenos destinados a serviço ou qualquer estabelecimento destinado a administração federal, estadual ou municipal podem utilizar essas áreas. São classificadas como uso especial (Lei 10406/02).

Segundo a Procuradoria Federal Especializada (PFE) junto ao DNIT, as faixas de domínio são consideradas como bens de uso comum e isso afasta o direito real sobre a sua propriedade ou posse particular.

A Associação Brasileira dos Departamentos Estaduais de Estradas de Rodagem - ABDER pondera que:

“Faixas de domínio são consideradas áreas de terras determinadas legalmente por decreto de utilidade pública para uso rodoviário, sendo ou não desapropriadas, as faixas de domínio possuem seus limites estabelecidos em conformidade com a necessidade exigida no projeto de engenharia rodoviária (ABDER, 2019, pág 31)”.

O uso irregular das faixas de domínio costuma ocasionar riscos à segurança viária tanto aos que vivem ali por ocupações irregulares quanto aos usuários da via. Isso faz com que todas as restrições que são impostas quanto as ocupações seja influenciada principalmente pela segurança do ser humano.

## 7. OCUPAÇÕES IRREGULARES

Famílias socialmente vulneráveis podem ser conceituado como multifatorial, isso significa que podem estar em situação de vulnerabilidade por falta de moradia, educação, renda entre outros. Assim, famílias que se encontram nessa situação, apresentam dificuldades para suprir suas necessidades da vida humana tendendo a entrar em conflito legal com o Estado. Essa condição pode ser facilmente identificada nas Faixas de Domínio de Rodovias Federais, famílias socialmente vulneráveis procuram suprir suas necessidades da vida humana mesmo que não seja oferecido o mínimo de condições para que habitem essas terras.

É explícito que as condições oferecidas nas rodovias federais são completamente inviáveis para a busca de moradia e trabalho. A ausência de fornecimento de serviços públicos essenciais, a qualidade de vida e a ausência de suprimento colaborando para o aumento das deficiências de infraestrutura são de fácil notoriedade já que essas áreas têm a finalidade de atender apenas as funcionalidades específicas de uma rodovia.

De acordo com o Código Civil, terras públicas não estão sujeitas a usucapião, causando um discursão jurídica nacional que vem tentando estabelecer regras para casos de usucapião em terras públicas. O Estado tem a função de defender o patrimônio

público e particulares defendem seus interesses utilizando a gestão fundiária do Brasil para causa desse fenômeno.

Ocupação irregular ocorre quando determinadas áreas são ocupadas por seres humanos de forma não planejada, ocasionando mudanças no solo e causando consequências no meio social e coletivo.

A ocupação irregular de Faixas de Domínio de rodovias é um fenômeno humano com a mesma natureza e comportamento da expansão desordenada de espaços urbanos que incorporam áreas adjacentes potencialmente produtivas (JÚNIOR, 2017, pág 22). A transformação de áreas ocupadas em faixa de domínio tende a não evoluir por se tratar de terras da União e o Estado não aceita que o bem público seja utilizado de forma exclusiva, seja qual for o motivo para esse feito.

A ausência de serviços básicos para sobrevivência e as condições precárias de infraestrutura em rodovias federais fazem com que seja impossível separar os fatos sociais e a precariedade das famílias socialmente vulneráveis, um vez que essas áreas são escolhidas por oferecer meios de sobrevivência como moradia e renda, não podendo extinguir o fato de quem pessoas com boas condições sociais também se aproveitam dessa ocasião para consolidar os seus negócios.

A ocupação irregular do solo está na origem, portanto, dos principais problemas urbanos, em áreas tão variadas quanto segurança, saúde, transportes, meio ambiente, defesa civil e provisão de serviços públicos (PINTO, 2003, pág 3). A ausência desses fatores influencia diretamente no aumento da criminalidade, acidentes rodoviários, na saúde da população entre outros.

Para Marafon (2009) a presença de ocupações irregulares na faixa de domínio faz com que a área se torne de riscos críticos e catastróficos. Os ocupantes enxergam a área como uma área de grande potencial comercial através da movimentação das vias rodoviárias e anulam os problemas que esse fenômeno podem causar.

Podemos caracterizar o fenômeno ocupações irregulares como laborioso no que tange a buscar alternativas para solucionar esse problema, pois o mesmo envolve questões políticas, sociais e econômicas, não podendo simplesmente retirar moradores daquela determinada área, uma vez que estão ali para exercer o direito a moradia e renda mesmo que para isso, passem a ferir condutas sociais.

Um assentamento em área urbana não se consolida se não conseguir acesso a água e energia elétrica (PINTO, 2003, pág 7). Portanto, a necessidade de regularização fundiária em rodovias federais se torna um fator determinante para a organização quando a ocupação irregular.

## **8. SOLUÇÕES DE ENGENHARIA**

Soluções de engenharia podem propor soluções definitivas para não ocupação de espaços livres em rodovias federais. Quando impostas antes de acontecerem fenômenos como ocupações irregulares, a facilidade para gerenciamento e manutenção dessas propostas tornam-se viáveis.

Para Souza (2012) a sinalização viária e as condições de áreas lindeiras podem garantir a segurança dos usuários da via e minimizar os riscos relacionados ao ambiente viário. Souza ainda pontua que na literatura não existem estudos tratando especificamente a avaliação sistemática de projeto com o intuito de verificar as condições da segurança viária em áreas rurais.

Com a função de isolar o trânsito viário do trânsito urbano, as vias laterais também contribuiriam para que a movimentação nessas áreas fosse mínima já que essas vias ocupam toda a área de faixa de domínio (Junior, 2017).

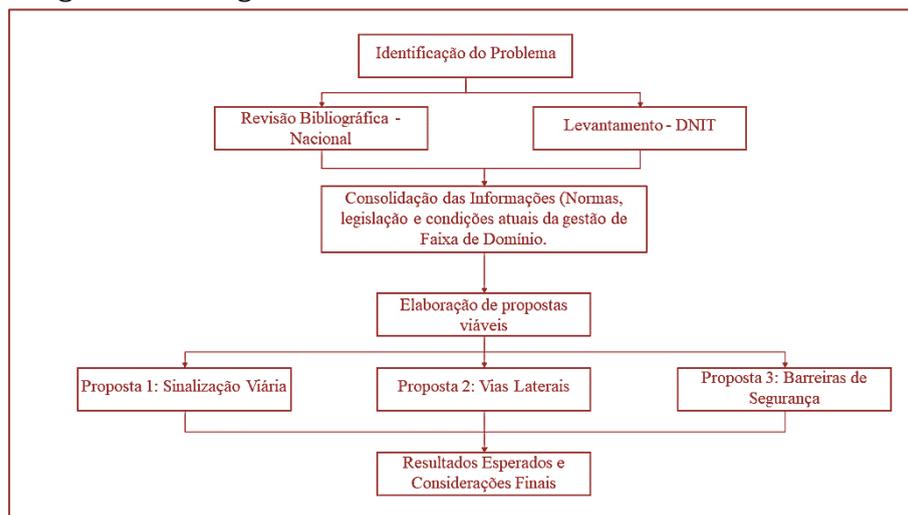
Com ênfase em espaços vazios potencialmente produtivos em áreas denominadas faixa de domínio em rodovias federais, é possível identificar que existe pressão do mercado comercial e imobiliário, o que leva a ocupação irregular desses locais. A existência de programas de manutenção e projetos de engenharia provenientes da administração do órgão que possui jurisdição sobre a via, pode ser um facilitador para que não ocorra a ocupação desordenada dessas áreas.

## 9. MATERIAL E METÓDOS

O estudo de caso foi realizado com o intuito de desenvolver o tema proposto baseado em pesquisas bibliográficas, levantamento e normas técnicas e jurídicas de caráter exploratório com a finalidade de apresentar soluções de engenharia viáveis para minimizar os efeitos causados pelo fenômeno ocupação irregular.

A revisão bibliográfica foi baseada através de meios disponibilizados na Internet, sendo eles, artigos científicos, monografias, livros, manuais de procedimentos e teses. Faixa de domínio, ocupação desordenada do solo, ocupação irregular em faixa de domínios em rodovias federais foram alguns termos pesquisados. O Serviço de Operações Rodoviárias localizada na Superintendência Regional do Amazonas – SRDNIT/AM disponibilizou o levantamento quantitativo referente as ocupações irregulares de faixa de domínio nas mediações do KM 13,0 ao 14,0 na BR-319/AM.

Figura 1: Fluxograma – Mecanismo de desenvolvimento do tema.



Fonte: Própria

Com base no discernimento em relação as ocupações irregulares foram analisadas propostas de soluções viáveis levando em consideração a realidade social e econômica.

## 10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 10.1 OCUPAÇÕES IRREGULARES NA BR-319/AM NAS MEDIAÇÕES DO KM 13,0 AO 14,0

As ocupações mencionadas neste trabalho são aquelas que se encontram entre o km 13,0 ao 14,0 no município do Careiro da Várzea no Estado do Amazonas, localizado a 20 km Sul-Leste da capital Manaus, o município conta com 30.846 (trinta mil oitocentos e quarenta e seis) habitantes contabilizados no último censo, com densidade de 9,09 (nove vírgula zero nove) habitantes por km<sup>2</sup>.

Esta região é caracterizada por ter em sua maior parte as planícies de inundação, portanto em períodos de cheias a região sofre alagações recorrentes. Por se tratar de uma região onde a maior parte é várzea, tem apenas uma pequena porcentagem de terra firme e por este motivo alguns cidadãos procuram as margens da rodovia BR-319/AM para formar ocupações irregulares.

Matos & Nogueira (2014) pontuam que com relação aos impactos e as implicações aos moradores de áreas da Várzea, alguns dos aspectos encontrados é a perda constante de terreno, riscos oferecidos aos moradores pela ação de terras-caídas e arruinação de plantações feitas nas restingas fluviais.

As margens das rodovias são os locais mais propícios a alocar pessoas que buscam moradia e obtenção de renda, pois mesmo que os serviços básicos sejam escassos, ainda oferecem o serviço de energia elétrica e possui movimentação constante.

Segundo levantamento feito pelo DNIT no ano de 2019, foram identificadas o total de 165 (cento e sessenta e cinco) moradias irregulares nas mediações do km 13,0 ao 14,0. A área de levantamento está demarcada na Figura 2.

Figura 2 – Área de levantamento onde encontram-se ocupações irregulares na faixa de domínio na BR-319/AM, km 13,0 ao 14,0.



Fonte: Google Earth (2019)

De acordo com informações extraídas mediante abordagem dos residentes, localização das residências e evidências fotográficas foi possível identificar os tipos de moradia que estão fixadas no perímetro citado. O gráfico 1 ilustra os tipos de moradias existentes e suas respectivas porcentagens de acordo com o levantamento pelo DNIT.

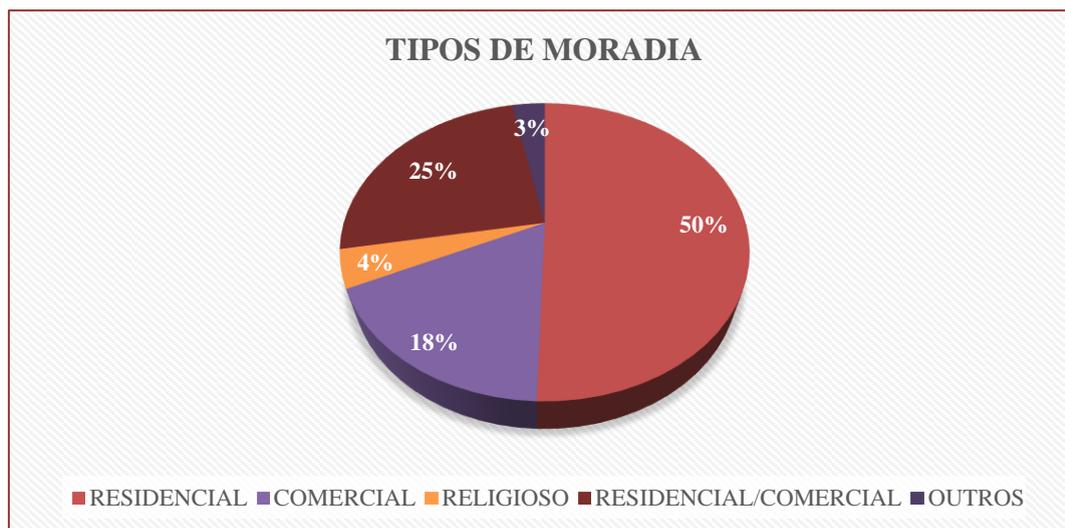
Figura 3: Edificações Comerciais dentro da Faixa de Domínio na BR-319/AM.



(3°11'25.48"S ; 59°52'07.82'O)

Fonte: Google Earth (2019)

Gráfico 1: Tipos de moradias em ocupações irregulares no km 13,0 ao 14,0 na BR-319/AM.



Fonte: Dados do Levantamento - DNIT (2019)

Embora seja claro que não existem boas condições de moradia, serviços essenciais básicos para essa população e que essa área oferece riscos aos moradores e usuários da via, os ocupantes enxergam como área potencial para moradia e a maioria consegue obter renda com vendas informais as margens da rodovia.

É importante frisar que as ocupações mencionadas são aquelas que não entram em concordância com as especificações do Manual de Procedimentos para Permissão Especial de Uso de Faixas de Domínio (2008) que permite a ocupação de áreas denominadas faixa de domínio em rodovias federais ou qualquer área considerada bem público, através de um documento firmado entre o DNIT e o solicitante.

Para obtenção de soluções para esse fenômeno, é essencial a análise coletiva desses ocupantes. Áreas irregulares em rodovias são ocupadas por famílias socialmente vulneráveis por não encontrar resistência por parte do Estado ou pelo simples motivo de não possuírem moradia.

Oliveira (2018) pontua que as faixas laterais remanescentes possuem pouca atenção do poder público e por ausência de planejamento e manutenção, essas áreas acabam sendo tomadas pelo crescimento desordenado provenientes de ocupações irregulares.

A maior parte das moradias comerciais estão consolidadas próximo a pista de rolamento pois existe uma grande movimentação diária já que o porto da cidade é a principal porta para a comercialização de seus produtos (Figura 4). Para uma parte significativa dessa população, a atividade comercial, mesmo localizada de maneira informal, é a única fonte de renda e moradia encontrada.

Figura 4: Movimentação do comércio próximo a entrada do porto do Careiro da Várzea na BR-319/AM.



(3°11'25.28"S ; 59°52'07.82"O)

Fonte: Google Earth (2019)

A consolidação dessas moradias muitas vezes inicia com construções provisórias que no primeiro momento são montadas e desmontadas de maneira fácil e assim que percebem que não há fiscalização ou qualquer iniciativa do órgão responsável, acabam tornando-se fixas e mesmo sabendo que estão em terras da União, recusam-se a desocupar.

A ação de desocupação dessas áreas costuma causar resistência por parte dos ocupantes por se tratar de famílias socialmente vulneráveis, podendo ser ocupadas novamente muito rápido, inviabilizando qualquer iniciativa do órgão responsável mesmo que a desocupação esteja prevista por lei.

Fabrini (2007) explana em seu trabalho que a luta pela terra não está ligada somente a conquista econômica. Resulta em ações variadas como resgate de valores,

culturas e principalmente ações ligadas a obtenção de rendas e pobreza evoluindo a estrutura desigual da sociedade.

A Constituição da República Federativa do Brasil considera que são princípios basilares a responsabilidade social do Estado e a dignidade da pessoa humana (BRASIL, 1988), mediante a essa consideração, o DNIT através da Instrução de Serviço 18/2013 – DG/DNIT aceitou a possibilidade de compensação das famílias que ocupam faixas de domínio de forma irregular com o reassentamento fazendo com que o direito à moradia e ao trabalho seja resguardado.

Com tudo, é importante destacar que o fenômeno ocupações irregulares é uma realidade no município do Careiro da Várzea e é preciso reconhecer as suas consequências para os ocupantes irregulares, os usuários da via e para o Poder Público que utiliza essas áreas para o desenvolvimento do Estado.

A desocupação de Faixas de Domínio é fundamental para a segurança viária, facilitando que o Estado opere com eficácia podendo oferecer a população boas condições de tráfego e segurança nas rodovias federais.

## 11. GESTÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO

O DNIT é considerado o principal órgão executor do Ministério dos Transportes, foi implantado em 2002 (Lei 10.233/2001) e uma de suas áreas de atuação é o modal rodoviário federal. Compete ao DNIT a operação, administração e gestão dos modais de transportes.

Com o papel de operar para oferecer boas condições de trafegabilidade nas rodovias federais, o DNIT encontra dificuldades para atuar no fenômeno ocupações irregulares. Por serem feitas de forma repentina, o órgão não consegue agir de maneira eficiente para que as ocupações não cresçam de maneira descontrolada, fazendo com que tenha problemas para desocupar essas áreas.

A dificuldade para fazer com que a gestão das faixas de domínio seja feita de forma eficiente e eficaz inicia pela falta de registro dessas terras no Cartório de Registros de Imóveis. Diante do exposto, em 1º de julho de 2020 entrou em vigor a Instrução Normativa nº20/2020 que institui procedimentos para o reconhecimento das áreas de faixa de domínio existentes no DNIT em todo território nacional.

A definição para consolidação de faixa de domínio será feita, segundo a Instrução Normativa nº20/20202 – DNIT, através de análises comparativas entre o período de implantação da via e aquelas que existem atualmente, consulta de notificações de desapropriações referentes a ocupações irregulares e o histórico de demolições. Sendo reconhecidas pela Superintendente Regional do DNIT.

Apesar de existir a alternativa de demolição de edificações construídas dentro de faixas de domínio, já que se trata de terras da União, o parecer jurídico protege os cidadãos que são classificados como hipossuficientes não podendo ser titulado como invasor, tendo direito à moradia, trabalho e podendo ter direito a reassentamento.

Lorenzoni (2019) expõe que o processo de reassentamento não é um problema contemporâneo e sim processos históricos registrados na literatura com a função de analisar a produção do espaço e a implementação de políticas urbanas e habitacionais. Vale pontuar que existe ainda o direito daqueles que são proprietários de moradias antes de existir uma rodovia no local.

A gestão de faixa de domínio é uma prática complexa, a Ordem de Serviço nº 01/2009 – DG/DNIT atribui essa função aos chefes de serviço das Unidades Locais que envolve não apenas o chefe de serviço e sim toda a Superintendência por se tratar de um problema generalizado.

Mesmo sabendo claramente que as faixas de domínio devem ser desocupadas, a atuação e proteção dos agentes do órgão devem ser levadas em consideração pois mesmo tendo apoio da Polícia Rodoviária Federal – PRF, que atua como detentora do Poder da Polícia Ostensiva em rodovias federais, ainda não estão seguros.

A incorporação de projetos de rodovias levando em consideração a gestão das faixas de domínio, tornando as vias menos compensatórias inviabilizaria um número significativo de ocupações irregulares, visto que, grande parte dos ocupantes vivem em condições precárias, mas ainda conseguem obter renda e moradia nessas vias.

## **12. SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA MINIMIZAR O CRESCIMENTO DE OCUPAÇÕES IRREGULARES**

### **12.1 SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

A execução do serviço de sinalização viária em rodovias federais é feita através de elaboração de projetos de engenharia após a inserção de dados previstos nos projetos para seu controle e conservação.

Para que esse serviço seja executado, o projeto precisa ser aprovado pelo órgão responsável com jurisdição sobre a via, no caso da BR-319/AM, o DNIT é responsável por administrar e aprovar esses tipos de projetos.

Em 2016, o DNIT estabeleceu os procedimentos técnicos-administrativos padronizados através do Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-LEGAL que tem a finalidade de determinar os projetos, adequação e capacidade e restauração visando manter um padrão de sinalização nas Rodovias Federais (DNIT, 2016).

Para que não ocorra a reocupação de locais desapropriados em faixas de domínio, a inserção de cercas de proteção ou defensas são soluções plausíveis para delimitar a área e com o auxílio da sinalização vertical, informar ao usuário o órgão responsável por gerir aquelas terras, tornando essas áreas menos convidativas a abertura de comércios irregulares.

Figura 3: Sinalização vertical localizada na rodovia Lagoa da Prata – Minas Gerais.



Fonte: Moraes (2019)

## 12.2 VIAS LATERAIS

Para amenizar o crescimento de ocupações irregulares em faixas de domínio é necessário analisar o comportamento desse fenômeno e buscar soluções para retirada dos ocupantes consolidados nessas áreas sem que ajam conflitos.

Na maioria das vezes, o reassentamento torna-se inviável devido aos altos valores dos imóveis urbanos que são mais caros que os rurais. Com o crescimento desordenado dessas ocupações, o número de famílias socialmente vulneráveis aumenta e torna o possível reassentamento uma atividade mais onerosa.

Como faixas de domínio existem por segurança viária, a relação entre comércio e trânsito pode gerar casos em que o fluxo nas rodovias acaba atraindo um maior público a esses comércios clandestinos, que é o caso da área citada neste trabalho. As mediações do km 13,0 ao 14,0 torna-se movimentada por ser a porta de entrada do município através do porto e com isso, os ocupantes irregulares veem nessa movimentação uma opção de geração de renda.

Sem monitoramento específico para a situação de famílias socialmente vulneráveis que se consolidaram nessas áreas, a necessidade de adequação das normas e procedimentos dos órgãos responsáveis pelas áreas de faixa de domínio são imprescindíveis para que haja uma solução satisfatória.

Junior (2017) explica que vias laterais facilitaria a execução das normas do órgão executivo e também atenderiam todos os parâmetros para fazer parte dos programas de manutenção, atendendo tanto as necessidades do órgão quanto dos usuários da via.

Figura 4: Via lateral sinalizada da BR-101 Sul.



Fonte: Albonico (2018)

Embora não seja uma solução definitiva, a adaptação de vias laterais nessa região faria com que os conflitos de trânsito fossem reduzidos tornando o local menos potencialmente produtivo.

### 12.3 BARREIRAS DE SEGURANÇA

Através de estudo técnico, Giammusso (1998) explana que barreiras de segurança podem reconduzir veículos que tendem a sair da pista e impede que veículos leves e pesados penetrem em áreas protegidas por barreiras. Notadamente, essa solução além de manter a segurança de motoristas também reduziria o tráfego abrangendo a segurança de pedestres e afastando a possibilidade de ocupações irregulares em trechos urbanizados.

Para consolidação de comércios, é preciso fornecer fácil acesso e relação entre vendedor e cliente. Barreiras e defensas tendem a tornar esse acontecimento pouco favorável no âmbito de vendas, uma vez é necessário oferecer facilidades na negociação direta de qualquer produto.

A utilização de barreiras de segurança colaboraria para a não saída de veículo das pistas e auxiliaria na organização de trechos urbanizados de rodovias federais, afastando a ideia de que essas áreas são compensatórias para obtenção de renda por comércios informais.

### 13. CONCLUSÃO

O crescimento desordenado do número de moradias irregulares localizadas dentro das áreas de faixa de domínio em rodovias federais é um fenômeno existente na maior parte da malha rodoviária e acontece em todo o país. A ocupação dessas terras que pertencem à União geralmente é localizada em trechos onde há fornecimento de água e energia elétrica mesmo que escassos.

As condições atuais das rodovias federais oferecem o mínimo de serviços básicos, sendo vias caracterizadas e utilizadas para segurança viária. O uso irregular dessas áreas ocasiona riscos para os usuários da via e para os ocupantes, sendo considerado um dos maiores problemas urbanos da atualidade interferindo na saúde, segurança, infraestrutura entre outros.

Para mitigar as consequências desse fenômeno, é necessário abranger políticas públicas que torne os locais em áreas de faixa de domínio menos convidativas no que tange a serviços públicos oferecidos pelo Estado pois os problemas ocasionados pela consolidação dessas famílias em áreas de faixa de domínio aumenta a deficiência de infraestrutura e faz com que a via não atenda a sua funcionalidade específica.

A adequação de normas dos órgãos administrativos e projetos de engenharia seria soluções viáveis para o não conflito entre ocupantes irregulares e Estado. A aplicação de soluções de engenharia tende a corroborar para a atuação da função social de rodovias, que é oferecer segurança viária para os usuários. A aplicação de sinalização viária, vias laterais de acesso e barreiras de segurança são projetos de engenharia que possibilitaria o contorno em áreas de faixa de domínio tornando essas áreas menos potencialmente produtivas e diminuindo a movimentação de comércio.

A inviabilização de áreas compensatórias em rodovias conduz os ocupantes ao ato de desocupação voluntária pois não há como obter renda e moradia sem o mínimo de serviços básicos oferecidos pelo Estado.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição de República Federativa do Brasil**. 1988.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Infraestrutura Rodoviária. Coordenação Geral de Operações Rodoviárias. **Manual de procedimentos para permissão especial de uso das faixas de domínio de rodovias federais e outros bens públicos sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Brasília, 2008.

BRASIL. **Lei n.º 9.503, de 23 de setembro 1997: Código de Trânsito Brasileiro**.

BRASIL. **Lei nº10406, de 10 de janeiro de 2002: Código Civil**.

BRASIL. **Lei nº13.848 de 2019: República Federativa do Brasil**

DNIT. Departamento de Infraestrutura e Transportes. **Guia prático programa nacional de segurança e sinalização rodoviária – BR-Legal**. Versão 1.0. Brasília. 2015.

DNIT. Departamento de Infraestrutura e Transportes. Levantamento da real situação das ocupações na faixa de domínio da BR-319/AM nas mediações do km 13,0 ao 14,0. Manaus. 2019.

DNIT. **Instrução de Serviço 18/2013 – DG/DNIT**. Datada em 30 de dezembro de 2013.

DNIT. **Instrução Normativa nº20/20202**. Datada em 03 de Junho de 2020.

FABRINI, J. **A resistência camponesa para além dos movimentos sociais**. In: Revista Nera, ano 10, nº11, julho/dezembro de 2007.

GIAMMUSSO, S. E. **Barreiras de segurança**. 4.ed. Associação Brasileira de Cimento Portland, p 52. São Paulo. 1998.

Gilberto de Freitas, Elisa Quint de Souza de Oliveira, Gino Pereira Loyola, Paulo Henrique Patrício Souto, Willian Borelli Polzl. **ABDER. Gestão das faixas de domínio rodoviárias estaduais e do DF**. Brasília/DF, 2019.

JUNIOR, F. (2017) Estudo sobre faixas de domínio de rodovias federais ocupadas por famílias socialmente vulneráveis. Monografia (Curso de Especialização em Operações) - Universidade Federal de Santa Catarina. Brasília, p 68. 2017.

LORENZONI, N. **Mobilidades em um novo contexto: o reassentamento involuntário de famílias**. Dissertação – Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2019.

MARAFON, M. A. & VAREJÃO, L. C. S. **Gestão da faixa de domínio pelo DNIT**. In: 14º Encontro Nacional de Conservação Viária, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte, MG. 2009.

MATOS, J & NOGUEIRA, A. **As terras-caídas no Careiro da Várzea e as implicações para os Moradores da Comunidade Miracauera no Paraná do Careiro (Careiro da Várzea-AM)**. Revista Geonorte, Edição especial 4. 2014.

**OLIVEIRA, S. Faixas de domínio das rodovias: Aspectos socioambientais da destinação/ocupação.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 101. 2018.

**PINTO, V. Ocupação Irregular do Solo Urbano: O papel da Legislação Federal.** Nota Técnica – Consultoria Legislativa. (2003).

**SOUZA, M.** Procedimentos para avaliação de projetos de rodovias rurais visando a segurança viária. Dissertação - Universidade de Brasília – UNB. Brasília, p 206. 2012.

# Capítulo 4

## *Planejamento e controle de obras civis: Estudo de caso múltiplo na capital e interior do estado do Amazonas*

*Camilo de Matos Soares*

*Hyago Alves Corrêa*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O presente artigo foi elaborado com intuito de analisar as técnicas de planejamento e acompanhamento de obras nas construtoras de pequeno porte da construção civil utilizando um método de estudo comparativo em estratégias de investigação, procurando saber como as empresas de pequeno porte do Estado utilizam o planejamento e qual sua prioridade sobre este segmento para eles. O referencial teórico foi realizado com revisões em literaturas e pesquisas exploratórias. Logo após, foi analisado em caráter comparativo em um quadro com múltiplos casos junto às entrevistas e as revisões bibliográficas. Tal estudo é analisar se houve o planejamento e controle, se teve um planejamento tático com cronogramas e caminho crítico e variações nos custos. Das quatro empresas analisadas todas são da Capital do Estado com empreendimentos de até 700 km de sua sede. Assim o planejamento e controle de obras adotado apresenta erros, seguindo a ideia de ser apenas um cronograma e não priorizando seu acompanhamento mais detalhado para futuros bancos de dados, relacionando esses fatores tem-se um resultado geral resumidamente comum a todas.

**Palavras-chave:** Planejamento estratégico, construção civil, planejamento de obra, construção no interior do Amazonas.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente na construção civil, as empresas vêm se aperfeiçoando cada vez mais, oferecendo serviços de qualidade aos seus consumidores. Com muitas variáveis neste segmento ainda mais no interior do Estado do Amazonas a necessidade de um planejamento é essencial visando os atrasos e problemas durante as construções. Com as fases do projeto conseguimos ter agilidade e qualidade, a falta de planejamento pode trazer alguns transtornos, atrasos, o aumento de custos que impacta diretamente no orçamento da obra. Segundo (MATTOS, 2010) para evitar tais gastos é necessário a dedicação ao planejamento, produção e logística, sua execução reduzirá tais obstáculos com a fácil interpretação, técnica e manuseio.

O presente artigo mostra as definições de planejamentos de obra, sua aplicação em empresas de pequenos portes e suas consequências por sua falta de planejamento. Inicialmente, o artigo aborda os tipos de planejamento, que são mais utilizados, como estratégico, tático e operacional identificando suas diferenças no decorrer de cada novo projeto, ao se iniciar um novo projeto percebemos que inicialmente é elaborado um planejamento estratégico aonde são tomadas as decisões para melhorar a maneira que a empresa irá se portar, e que caminho o setor executivo pretende seguir para que possa esta visando a melhoria do ambiente e da empresa. Passando essa etapa o planejamento tático se faz importante pois nele são levantadas as informações que devem ser evidentes a um tempo estipulado. Já no planejamento Operacional são definidas as atualizações de curto ao longo prazo da empresa ou projeto.

Este artigo frisa bastante em um cronograma bem elaborado no decorrer de um planejamento em uma obra, ao iniciar sempre um novo projeto temos que conhecer todos os fatores importantes, como uma análise do local que irá ser executado, colhendo todas informações necessárias podemos apresentar ao cliente qual melhor método para execução, mostrando os prazos e custos para a etapa da execução. Toda obra deverá ter um início e um fim, todas as etapas do projeto são importantes pois cada uma interliga diretamente no prazo.

Para isso temos auxílio de algumas ferramentas complementares, como os cronogramas em rede que auxiliam na apresentação de resultados de atividades e progresso nas etapas do andamento da obr. Pesquisamos algumas ferramentas mais utilizadas pelos gerentes de construção como o diagrama de Gannt ou gráfico de Gannt que tem uma dinâmica de grande facilidade em sua elaboração e acompanhamento de evolução da obra. Assim garantindo que os requisitos que foi solicitado no projeto tenha sido executado.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PLANEJAMENTO DE OBRA

De acordo com Goldman (2004, p. 27) explica que: É primeiramente necessário que se tenha um planejamento, controle e organização de obras, de modo geral é um complexo se tenha que ser caracterizado quanto aos insumos, também para este fato verifica-se a necessidade de um plano estratégico, procurando organizar várias fases e tudo que afete a construção.

Pires (2014) mostra que o planejamento, controle e gerenciamento para o engenheiro é a importância de conhecer antecipadamente o local de obra, verificando os pontos críticos em que se devem tomar precauções, assim obter variações para o custo real e o custo orçado, proporcionando maior rapidez na tomada de decisões.

Mattos (2010, p. 21) demonstra que a indústria da construção é a mais volátil nos últimos anos por conta da competitividade, globalização dos mercados e a demanda por

bens, no surgimento de novas tecnologias, o mais grau de exigência dos consumidores e poucos recursos financeiros. Assim as empresas viram a importância que o investimento em gestão e controle de processos é inevitável, sem isto se perde os principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro, o retorno e o fluxo de caixa.

Ainda para Mattos (2010) reconhece que se tem variáveis, tornando o gerenciamento complexo, de modo que a escolher o processo gerencial não o torna fácil, no entanto o resultado obtido é considerável.

Tais variáveis no Estado do Amazonas (BRINGEL, 2003) destaca: nas características fisiográficas da Amazônia tem-se os desafios do transporte, as grandes distâncias com a deficiência nos modais agrava a função logística.

## 2.2 OS TIPOS DE PLANEJAMENTO

Figura 1:Tipos de planejamento



Fonte: Portal Administração /Portaladministracao.com

De acordo com Silva (2011) há alguns tipos de planejamento conforme citados:

- Planejamento Estratégico: de responsabilidade do executivo determinando o caminho que será tomado pela empresa, tendo uma visão de melhoria do ambiente e da empresa.
- Planejamento Operacional: são atualizações de longo e curto prazo, um planejamento de médio prazo com intuito de revisões
- Planejamento Tático: nem tanto emergencial, nem tanto em longo prazo, compõe-se de informações evidentes para serem efetivados há um tempo médio estipulado.
- Planejamento Tático: nem a curto prazo ou longo prazo, compreende de informações

## 2.3 CRONOGRAMA

De acordo com (KRAWCZY FILHO, 2003) sempre que se inicia um novo projeto independente de onde será aplicado, é primordial conhecer e identificar os prazos e custos para sua execução. Portanto, a etapa de planejamento é a parte principal para o conhecimento e controle do prazo total do projeto, através de uma boa elaboração de cronograma, onde pode ser feita uma programação de onde e quando será aplicado seu

plano de ação em uma etapas, fazendo que o acompanhamento seja mais dinâmico com um controle de todas as áreas para a execução do fim do projeto.

O Cronograma bem elaborado é uma das melhor ferramenta para a interligação, dos processos ela proporciona uma visão geral de todas as etapas da obra permitindo um planejamento dedicado a cada etapa da obra. (QUEIROZ, 2001).

O Cronograma é uma das principais etapas de um processo de acompanhamento de atividades uma muito utilizada antes de qualquer projeto o cronograma engloba a etapa de planejamento e controle que lhe permite organizar e facilita o andamento das tarefas a serem realizadas e permite a estipulação de prazos em um período de tempo estipulado no planejamento para um objetivo final.

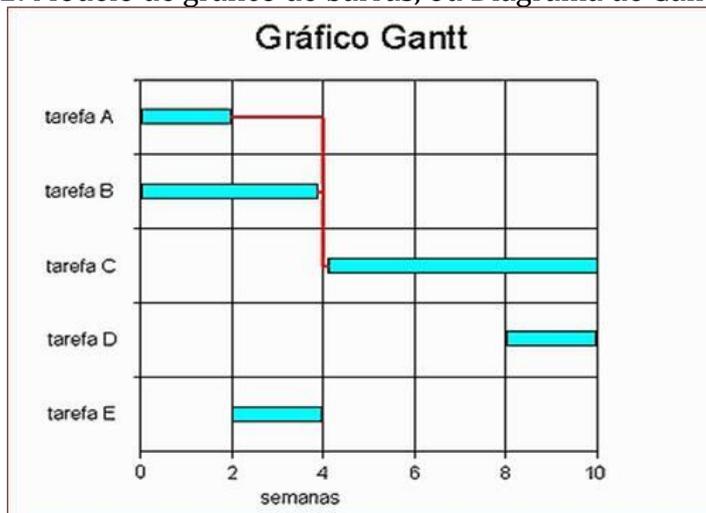
Os cronogramas em redes, são gráficos que apresentam resultados das atividades e resultaram no progresso das etapas do andamento da obra que está sendo analisada. representadas por setas ou nós. Para a elaboração de uma rede por setas são usadas duas técnicas que corretamente aplicada pode da origem a diversos resultados: PERT e CPM. A técnica CPM (Critical Path Method – Método do Caminho Crítico) foi criada em 1957 pela E. I. Dupont de Neymours e possui um caráter determinístico. Neste mesmo ano usado em probabilística pelo departamento de Defesa dos Estados Unidos a técnica PERT (Program Evaluation and Review Technique – Técnica de Avaliação e Revisão de Programas). Com o surgimento de vários critérios a serem avaliados e o passar do tempo, as duas técnicas foram unificadas, e passaram a usar a denominação PERT/CPM para esse tipo de redes onde são representadas por setas (Limmer, 1997).

Segundo Mubarak (2010), existem quatro etapas para a preparação do método: de identificação o andamento; resultam na duração das atividades; determina a lógica entre os processos; desenho da rede e finalmente os cálculos. Os cálculos são precisos e sua finalidade é indicar a data do fim do projeto, o caminho crítico e as folgas não críticas.

O diagrama de Gantt ou diagrama de Barras tem uma característica marcante: apresenta uma grande facilidade na execução, criação e acompanhamento do andamento da obra sendo uma plataforma de fácil visualização por parte dos técnicos envolvidos no processo até mesmo de leigos (PALHOTA, 2016).

O gráfico de barras, ou Diagrama de Gantt, foi criado por Henry L. Gantt em 1917, tornando-se popular devido à representação gráfica em uma escala de tempo (Mubarak, 2010)

Figura 2: Modelo de gráfico de barras, ou Diagrama de Gantt



Fonte: Andre Marciano / sieogrup3.wordpress.com/2013/11/09/gantt/

O gráfico de Gantt está ilustrando o avanço das diferentes atividades de um projeto. Os intervalos de tempo representando o início e o fim de cada etapa no andamento da obra, cada fase se representa por barras no eixo horizontal podendo uma ou mais atividades ser iniciadas ao mesmo tempo o gráfico está representando o andamento de cada atividade separado por semanas.

De acordo com Formoso (2001), há técnicas na elaboração de planos, como Gantt e linha de balanço, mais há sempre avanços como novas ferramentas em modelos 4D.

Garbini (2012) destaca que todo o processo de troca de informações, durante a elaboração dos projetos na modelagem 4D, é feito através de diversos softwares de desenho. Só através de plataformas de dados neutras e a troca de informações sem perdas de dados para tornar a tecnologia BIM mais eficiente.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste seguimento foi elaborado um estudo de caso, na comparação e investigação procurando saber sobre as interferências do planejamento e controle de obras. Assim se as empresas na cidade de Manaus usam tais controles.

Quadro 1. Execução da estratégia de investigação.

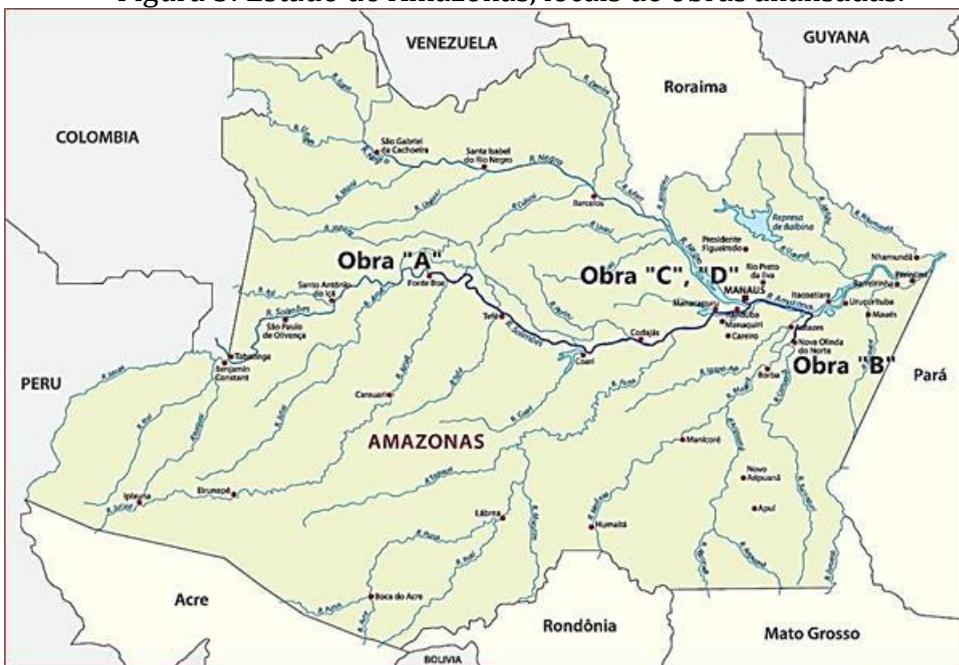
Estratégia de investigação	
1.0	Revisão bibliográfica
2.0	Entrevista estruturada
3.0	Critério de escolha das construtoras e empreendimentos
4.0	Análise comparativa dos resultados

Os materiais e métodos foi adotado a revisão bibliográfica com pesquisa em artigos e literaturas sobre as definições, conceitos de planejamento. Segundo (Benbasat et al., 1987). Em realizar um estudo comparativo de casos em diferentes contextos por justaposição.

Em seu desenvolvimento, ocorreram entrevistas com 11 questões estruturadas por acadêmicos e profissionais da área no planejamento, produção e suprimentos e análise de processos utilizados, confirmando a relevância das questões e validando seu conteúdo. Logo após, as entrevistas, com duração de um hora média via web e por chamada de vídeo, com diretores, operacional e equipe técnica de cada construtora, conforme o anexo 1.

A determinação da escolha e para comparação a nível igualitário seguiu o critério do portes das empresas, selecionando as de pequeno porte definidas de acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), e a escolha de 4 (quatro) construtoras segue o critério mínimo citado por Eisenhardt (1997 apud Alves & Ferreira, 2006), que explica que na metodologia de estudo de caso com casos múltiplos a amostra deve ter entre 4 a 10 componentes.

Figura 3: Estado do Amazonas, locais de obras analisadas.



Fonte: Adaptado de Rainer Lesniewski / Shutterstock.com

Com esses critérios a ser seguido os empreendimentos e o tipo da empresas foi selecionado quatro empresas da Cidade de Manaus, de pequeno porte, com obras de até 700 km da Capital conforme ilustrado na Figura 3 (obras A, B, C e D) e um empreendimento por construtora. A entrevista foi montada com a finalidade de analisar o gerenciamento e o planejamento, avaliando os planejamentos prévios, cronogramas e caminho crítico.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### 4.1 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

Nesta etapa será descrito os fundamento a cada empresa e comparar suas escolhas de planejamento com afirmações de autores. Por fim analisar e os resultados do quadro a entrevista a cada empresa.

Quadro 2. Comparação das revisões bibliográficas com as construtoras.

Autor	Afirmativa	Construtora A	Construtora B	Construtora C	Construtora D
Mattos (2010)	Estudar o projeto: envolve a análise do projeto, a visita técnica ao local da obra.	As visitas técnicas são realizadas antes do orçamento e planejamento	As visitas técnicas não são realizadas, planeja conforme cronograma pré disposto.	As visitas técnicas foram realizadas, após o planejamento para estipular um cronograma da obra	As visitas técnicas não são realizadas, o cronograma é planejado diariamente conforme as etapas
Limmer (1996)	O cronograma é uma representação gráfica da execução de um projeto, indicando os prazos em que deverão ser executadas as atividades necessárias, mostradas de forma lógica, para que o projeto termine dentro de condições previamente estabelecidas.	O cronograma é traçado com base no tempo de execução média de serviços levantados.	O cronograma é traçado com base na experiência dos planejadores, sem a análise dos recursos disponíveis.	O cronograma é traçado com a ideia e foco na duração de cada etapa de evolução da obra com a análise dos recursos disponíveis.	O cronograma é traçado com a demanda das atividades semanalmente o cronograma é atualizado, sem a análise dos recursos disponíveis.
Moura (2008)	O planejamento tradicional é fortemente baseado no método do caminho crítico e na técnica de avaliação e revisão de programa.	Elabora os planos em um programa computacional de base PERT/CPM.	Não Elabora os planos em um programa computacional de base PERT/CPM.	Não Elabora os planos em um programa Computacional de base PERT/CPM.	Não Elabora os planos em um programa computacional de base PERT/CPM.
Xavier (2008)	os custos provenientes das definições técnicas previstas em projeto, bem como a infra-estrutura necessária à execução da referida obra, montamos o plano e a logística de execução da obra	Os custos estão dentro do padrão estipulado, com variações aceitas mesmo o empreendimento ser de manutenção.	Os custos são mensuráveis antecipadamente e estão dentro do padrão, são verificados ao final de cada etapa na execução da obra, levantando os materiais, mão de obra e outros gastos.	Os custos estão dentro do padrão são verificados ao final de cada etapa na execução da obra, levantando os materiais, mão de obra e outros gastos.	Os custos estão fora do padrão devido aos atrasos da evolução da obra, são verificados ao final de cada etapa na execução da obra, levantando os materiais, mão de obra e outros gastos.
(Al Ghafly, 1999)	Apesar de existir, com maior frequência, o aparecimento de atrasos em obras de média e grande dimensão, estes são mais condicionantes em obras de pequena dimensão.	Foi observado que ao elaborar o planejamento da obra houve a preocupação com tempo de execução, entretanto esse perdeu-se ao longo da execução.	Foi observado que ao elaborar o planejamento da obra houve a preocupação com tempo de execução, entretanto esse perdeu-se ao longo da execução.	Foi observado que ao elaborar o planejamento da obra houve a preocupação com tempo e o custo da execução, entretanto foi alterado devido mudanças no projeto solicitada pelo cliente.	Foi observado que ao elaborar o planejamento da obra houve a preocupação com o custo e tempo esse perdeu-se ao longo da execução.

As pesquisas coletadas em cada construtora foram analisadas comparativamente e confrontadas com as premissas apresentadas na revisão da literatura. Os autores resumem no Quadro 2 os resultados obtidos para cada unidade de análise em relação às principais afirmativas encontradas na revisão literária.

As entrevistas realizadas permitiram analisar o processo individual de cada construtoras em relação a sua etapa de planejamento e controle de obra, as entrevistas permitiram concluir diferentes processos de planejamento.

Com base na análise comparativa entre as empresas conclui-se que todas as empresas fazem a análise do projeto, com a visita técnica. Etapa importante ao planejamento e do método PDCA, citado por Mattos (2010).

As empresas A, B, C e D elaboraram um planejamento prévio aplicado e um cronograma da obra. Porém a Construtora D apresenta uma variação no seu Cronograma.

A Construtora D apresenta variação no seu cronograma por escolha de seus clientes fazendo com que ocorressem desvios na evolução da obra

O processo de planejamento na construtora B, C, D é criado de maneira que não se utiliza o PERT/CPM . Apenas a construtora A, utiliza o PERT/CPM porém, não há o controle no acompanhamento das atividades do caminho crítico. O Controle de obras na construtora A, é realizado a cada duas semanas, através de controles por relatórios fotográficos, reuniões, atualizando o tempo de entrega a cada reunião. Na construtora B, o controle e acompanhamento de obra é realizado mensalmente, por meio de medições de serviços executados, atualizando a entrega ou atraso da obra a cada relatório de medição. Na construtora C, é realizado uma visita técnica de fiscalização dos serviços prestados, para acompanhar os prazos e execução de cada etapa, já que os mesmo é a forma de controle de obras do cronograma. Na construtora D o controle de obra é elaborado mediante a reuniões semanais onde são listados todos os serviços pendentes e avaliado se o serviço pode ser executado isso ocorre devido a falta de mão de obra disponível e a situação de prazo de finalização indefinido.

Os custos nas empresas A, B, e C declaram não ter tido prejuízos financeiros, mas de acordo com a empresa D algumas etapas da obra tiveram atraso por conta da alta rotatividade de mão de obra especializada fundamental para o avanço da obra. Na construtora A, os custos estão dentro do prazo estimado, alterando apenas se novos serviços forem adicionados, mais os contratos de empreitadas e compra de materiais antecipados tornam a obra com menos alterações financeiras. A construtora B, não possui uma prévia de gastos por etapa, mais de maneira geral engloba uma meta de custos, analisados a cada período de medição, que ocorre mensalmente, A construtora C declarou que seus custos estão dentro do planejado e são avaliados por tabelas de medições, firmada em contrato entre empresa e cliente, essa medição ocorre conforme o avanço da obra. Na construtora D os seus custos estão passando por injeção de aditivos devido o atraso da evolução da obra é verificado ao final de cada etapa na execução da obra, levantando os materiais, mão de obra e outros gastos.

Em suma, os dados foram obtidos de forma genérica, analisados apenas o contexto macro, como início e final da obra. Assim, o cronograma é realizado através de decisões empíricas, sem a decisão por meio de produção da mão de obra, de recursos necessários e acompanhamento do planejamento, contradizendo Limmer (1996), em que o projeto termine dentro das condições estabelecidas.

Resumidamente o planejamento e acompanhamento das empresas têm em comum os seguintes aspectos:

- Elaboram um cronograma com datas de conclusão sem a análise de produção e orçamento e folgas para as variações e imprevistos.
- Definição de planos prévio, com metas por etapa de obras, mais sem o acompanhamento.
- Na visão, que o planejamento é apenas um cronograma com metas e etapas.
- Ausência do gerenciamento no acompanhamento das obras.
- Na inexistência no relatório de desempenho para correções futuras do planejamento.
- Variações nos custos, devido ao planejamento estratégico não ser seguido em todas as etapas. também nota-se que a variação dos custos é mais alto para a construtora com planejamento com menor prazo.

Para empresa A, o planejamento mais apropriado é a realização de um plano de ação, com planilhas de levantamento de obras e influências de logísticas, para abater o máximo de variáveis.

Para a empresa B, é um erro centralizar todo o comando da empresa a apenas ao seu dono, deve-se expandir e investir em planejadores e orçamentista, para melhor acompanhamento de gastos e não ser surpreendido em suas medições finais. Pois mesmo utilizando o método de saber se houve lucro no final da obra o mesmo método já é obsoleto.

Para a empresa C, para novas demandas e elaboração de planejamento o financiamento em planejamento estratégico se torna crucial aos custo, aumentando ainda mais sua margem, utilizar os métodos como PERT/CPM e ver quais variáveis que estão influenciando no começo de suas obras.

Para a empresa D, há necessidade de um planejamento estratégico, ou seja de longo prazo, objetivando metas. Assim durante seu processo elaborar seus planejamento táticos pois a sua rotina é bastante variável.

## 5 CONCLUSÃO

Assim, com os resultados obtidos que na empresa A, tem-se o planejamento estratégico, mas com falhas em seus acompanhamentos da obra, na empresa B, C, reconhecem a importância do planejamento, mais aplica somente a elaboração de um cronograma e na empresa D o uso, uso do planejamento tático semanal é importante durante o processo mais priorizar apenas esse método não terá uma visão geral do empreendimento construído.

Foi notado durante o decorrer da entrevista nas empresas, outro ponto crucial para o cumprimento de metas e cronograma de obra notamos que só o planejamento em algumas empresas não foi o suficiente o entrevistado informou que o empreendimento visitado e citado no artigo está tendo dificuldade pelo alto nível de rotação de profissionais chaves para o andamento da obra acarretando em planejamentos e cronogramas não confiáveis.

As entrevistas realizadas nos serviram para avaliar as diversas maneiras de um planejamento tivemos contato com diferentes tipos que nos fez entender as dificuldades que uma empresa tem quando precisa fazer uma obra no interior do estado e de como é diferente o plano de ação que se inicia na disputa de licitação e um planejamento voltado para a logística de materiais e mão de obra, em conversar com representante da empresa A B e C que fazem parte de empresas que executam obra tanto na capital e interior ficou bastante claro quando se trata de obras pelo interior do estado a dificuldade maior é causada devido a logística bastante dependente de rios e estradas que são definidas pela sazonalidade que na nossa região possui

juntamente com a falta de mão de obra qualificada, se o planejamento não levar em consideração esses fatores certamente a obra sofrera prejuízos,

Nota-se que o planejamento para as empresas é importante, mais a ideia de que planejamento é apenas um cronograma ou realização de metas é só uma parte de um todo. Também é importante seu acompanhamento e a elaboração de banco de dados para futuras obras.

Percebemos que as empresas estão evoluindo em um tempo bastante rápido conseguindo identificar seus possíveis ponto de dificuldades e corrigi-lo sem prejudicar o prazo de entrega com ajuda de ferramentas que se surgem para elaborar e controlar melhor suas etapas de andamento e conclusão de obra.

Com todas as inovações, a nova tecnologia BIM (Modelagem de construção da informação) e o aumento na qualidade e satisfação do cliente, as construtoras devem priorizar seu acompanhamento em novas tecnologias, em se atualizar e acompanhar o mercado, investindo mais em recursos tecnológicos e pessoal qualificado.

## REFERÊNCIAS

- AL-GHAFLY M.A., "Delays in the construction of public utility projects in Saudi Arabia", Tese de doutorado, CEM Dept., KFUPM, Dhahran, Arábia Saudita, 1999
- BROWN, S.; EISENHARDT, K. The Art of Continuous Change: Linking Complexity Theory and Time-Paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations. *Administrative Science Quarterly*. Vol. 42, 1, p. 1-34. 1997
- FORMOSO, C. T.; INO, A. Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. v. 2. Coletânea Habitare.
- GARBINI, M. A. L. (2012). Proposta de modelo para implantação e processo de projeto utilizando a tecnologia Bim (Dissertação de mestrado). Programa de Pósgraduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá
- GOLDMAN, Pedrinho. Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira. 4ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2004. 234 p.
- GOMIDE, A. e PIRES, R. 2014. Capacidades Estatais e Democracia: arranjos institucionais de políticas públicas. Brasília. Ipea
- KRAWCZYK FILHO, M. Diretrizes para a programação de recursos em obras de curto prazo. 2003.
- LIMMER, C. V. (1997). Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. Rio de Janeiro: LTC
- MATTOS, A. D. Planejamento e Controle de Obras. São Paulo: PINI, 2010
- MOURA, G. L; GALHANO, P.P.P.; FISCHMANN, I.A. Estratégia, Estrutura Organizacional e Gestão do Conhecimento. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Anais eletrônico. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/966\\_Artigo\\_Gestao\\_do\\_Conhecimento\\_SEGET%202007.pdf](http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/966_Artigo_Gestao_do_Conhecimento_SEGET%202007.pdf)>. Acesso em 20 de julho de 2017.

MUBARAK, S. (2010). Construction project scheduling and control (2. ed.). New Jersey: John Wiley & Sons. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470912171>. [ Links ]

PALHOTA, T.F. Gestão de Prazos em obras de edificações considerando os paradigmas atuais da construção civil.

QUEIROZ, Mário Nalon de. Programação e controle de obras. 2001. 95p.

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. Planejamento e controle de obras. Universidade Federal da Bahia, Salvador - 2011. Disponível em:  
<http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Planejamento%20e%20Controle%20de%20Obras%20-%20Marize%20Silva.pdf> Acesso em: 01 de set. de 2018.

XAVIER, Ivan. Orçamento, planejamento e custo de obras. 2008. 23p.

## ANEXO

### ENTREVISTA PARA CONFEÇÃO DE ARTIGO CIENTÍFICO

- 1 - Qual a localidade da Obra, teve visita técnica antes do começo do planejamento?
- 2 - Quais os tipos de serviços?
- 3 - A Obra tem cronograma? ( ) Sim ( ) Não.
- 4 - Teve variação no cronograma? ( ) Sim ( ) Não.
- 7 - Se sim, qual?
- 4 - A Obra tem caminho crítico? ( ) Sim ( ) Não.
- 5 - Se conhecer o caminho crítico, qual o controle tem para saber se o cronograma está em dias?
- 6 - Se Obra fora da Capital, teve a previsão da logística antecipadamente ao começo da obra?
- 7 - A obra tem previsão de custo? ( ) Sim ( ) Não.
- 8 - Se tem previsão de custos, os gastos obtidos estão dentro do estimado?
- 9 - A Obra atrasou? Por quê?
- 10 - Em que fase está a obra?
- 11 - Quais foram as principais dificuldades?

# Capítulo 5

## *Manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais*

*Hamilton da Silva Rocha Neto*

*Yuri Oliveira Frota de Siqueira*

*Frank Henrique Santos Fontinele*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O objetivo desse estudo foi analisar a manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais. A manutenção, qualquer que seja a área em que ela é acionada, tem por finalidade conservar ou restabelecer o desempenho da obra. Os edifícios no decorrer da vida útil manifestam sinais de desgaste afetando o desempenho geral dos edifícios. Assim, o desenvolvimento desse estudo no âmbito da manutenção preventiva envolve os sistemas hidráulicos prediais. Os resultados obtidos demonstraram que ainda ocorrem algumas patologias relacionadas as instalações hidráulicas em edificações, pois essa ainda não é realizada de modo efetivo as recomendações normativas de execução da obra. Esse fato comprovou que se deve priorizar a manutenção preventiva, onde tanto a construtora como o usuário devem estar cientes de possíveis problemas de desempenho que podem ocorrer nas edificações. Dentre as principais anomalias construtivas que podem se apresentar recaem sobre as instalações hidráulicas. Assim, pode-se considerar que as instalações hidráulicas são essenciais para a construção predial, sendo consideradas partes vitais da edificação.

**Palavras-chave:** Instalações Hidráulicas, Edificações, Manutenção Preventiva.

## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo aborda o contexto de uma pesquisa sobre a manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais. Nesse sentido, as edificações são consideradas um dos principais bens gerados pela indústria da Construção Civil, e podem ter diversas finalidades como edificações residenciais. Desse modo, como um bem complexo e de alto valor agregado, necessitam de manutenção adequada e constante para que se mantenham em pleno funcionamento, dentre esse processo de manutenção insere-se a manutenção preventiva de instalações hidráulicas. É de grande importância que haja um planejamento de sistemas de manutenção para corrigir e até mesmo antever falhas nos sistemas constituintes de cada edificação (BORGES, 2014). Partindo desse princípio para que seja dado início sobre a temática desse estudo é importante o conhecimento sobre os aspectos da manutenção preventiva de edificações, e estabelecer alguns conceitos associados a ela. Dentre os mais relevantes, tem-se a Vida Útil de Projeto, o Desempenho e a Durabilidade em especial nas instalações hidráulicas relacionadas as edificações.

Em se tratando da manutenção preventiva de instalações hidráulicas essa vai além da questão de manter as edificações em bom estado. Questões legais, sociais, econômicas, técnicas e ambientais, segundo Carvalho (2015), são algumas das muitas variáveis que estão envolvidas no processo de manutenção. Nesse sentido o contexto desse estudo envolve uma pesquisa sobre a manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações, ressaltando que a partir do crescimento da construção civil, há a necessidade de se buscar novas formas de agilizar o processo construtivo e desenvolver novas práticas de manutenção preventiva em edificações. Pode-se ressaltar que este estudo se justifica à medida que se busca ampliar conhecimentos sobre a necessidade de se planejar a manutenção preventiva de modo mais adequado e em conjunto com inspeções prediais periódicas para elaboração de programas de manutenção, auxiliando na aquisição de conhecimentos para o crescimento profissional.

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo geral apresentar a importância da manutenção preventiva de edificações hidráulicas e como essa pode se revelar um importante instrumento para a segurança das edificações e por objetivos específicos realizar um estudo das normas relacionadas a pesquisa pontuando os principais pontos, descrever através da literatura consultada o resultado da pesquisa, agregando informações conclusiva sobre a manutenção preventiva em edificações.

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 abordado. Como método de abordagem utilizou-se de uma pesquisa descritiva, exploratória de caráter qualitativo objetivando a construção do referencial teórico e o delineamento do objeto de estudo, bem como a compreensão da problemática estudada a partir de referências publicadas sobre o referido assunto, a qual teve por finalidade proporcionar novas informações sobre uma realidade ainda desconhecida. Fundamentou-se em pesquisa bibliográfica revisando-se literaturas que abordam a temática.

A coleta de dados foi realizada por meio de uma revisão de literatura com o objetivo de buscar sustentação para garantir os resultados esperados correspondentes aos objetivos propostos e, assim, encontrar à possibilidade de reforçar a teoria apreendida no decorrer do curso de Engenharia Civil, considerando a realidade da manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais que satisfaçam às expectativas dos usuários, com qualidade e durabilidade para a obra edificada.

Este estudo será apresentado em etapas sendo estas divididas em fases primária e secundária, onde encontram-se situados além da parte introdutória, algumas informações sobre manutenção predial e instalações hidráulicas em edificações e a conclusão.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 MANUTENÇÃO PREDIAL**

Não há dúvidas sobre a influência que o espaço edificado exerce sobre a qualidade de vida da população, já que a maior parte desta reside em cidades, e mora basicamente em edificações. O ambiente construído se configura como suporte físico para a realização direta ou indireta de todas as atividades produtivas, representando desse modo um importante papel social em se tratando de moradia. Assim sendo, segundo Assis (2010), é fundamental que a edificação apresente condições apropriadas ao uso para o qual se destina, resistindo às intempéries do tempo e ao uso propriamente dito. Considerando o exposto, fica claro que apesar de essencial as atividades de manutenção ainda são vistas por algumas empresas construtivas como um problema financeiro de baixa prioridade, enquanto deveriam ser consideradas como um investimento, retardando o envelhecimento e agregando valor ao produto imobiliário

De acordo com o contido na NBR 5674/2012, manutenção é a união de atividades que devem ser efetivadas para preservar ou reaver a capacidade de funcionamento de uma edificação e de suas partes constituintes em atendimento as necessidades de garantia dos usuários. Nesse sentido, pode-se concluir, de forma simplista, que a manutenção predial deve proporcionar segurança aos usuários e à vizinhança da edificação e, também, garantir o desempenho previsto inicialmente (capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação) (CASARIN, 2018).

A manutenção deverá acompanhar a edificação desde sua concepção. As decisões tomadas na produção vão refletir na fase de uso da edificação, que envolve a durabilidade, manutenção e conservação das instalações prediais. A ação da manutenção não repõe o desempenho inicial do edifício, pois ocorre uma perda residual (degradação irreversível), mas recompõe parcialmente o desempenho inicial para que os edifícios atinjam ou até superem a vida útil planejada (MARTINS, 2008).

Como se percebe, é importante que se tenha conhecimento sobre o grau de importância da manutenção predial, como evolução do que acontecia há alguns anos, quando a manutenção era uma preocupação que surgia após a entrega do imóvel aos usuários. Atualmente a manutenção engloba ainda atividades que visam responder a exigências legais, certificação, segurança e sustentabilidade ambiental e social, tendo desenvolvido uma fisionomia multidisciplinar bastante alargada (MANZANO; MATOS, 2007).

Para o autor o planejamento e gestão da manutenção devem ter em conta as exigências legais aplicáveis à situação em causa, bem como boas práticas técnicas aceitas na área, e procurar que as atividades de manutenção tenham um custo global aprimorado.

Segundo Castro (2014) “o estudo de sistemas e equipamentos relativo à atividade de inspeção tem por objetivo prevenir anomalias ou falhas que por ventura venham surgir baseados no seu desempenho e comportamento, para que a partir dessas falhas possa direcionar a implementação dos procedimentos de manutenção preventiva.

De acordo com Ferreira (2010) a importância da manutenção deve ser pensada pelos projetistas em duas fases distintas do empreendimento, que são a concepção e o projeto. Para o autor é a partir da concepção do empreendimento onde são definidas as

diretrizes do projeto construtivo que são especificadas as características gerais da obra, devendo os responsáveis pela obra a preocupação com a manutenção do empreendimento durante e após sua conclusão.

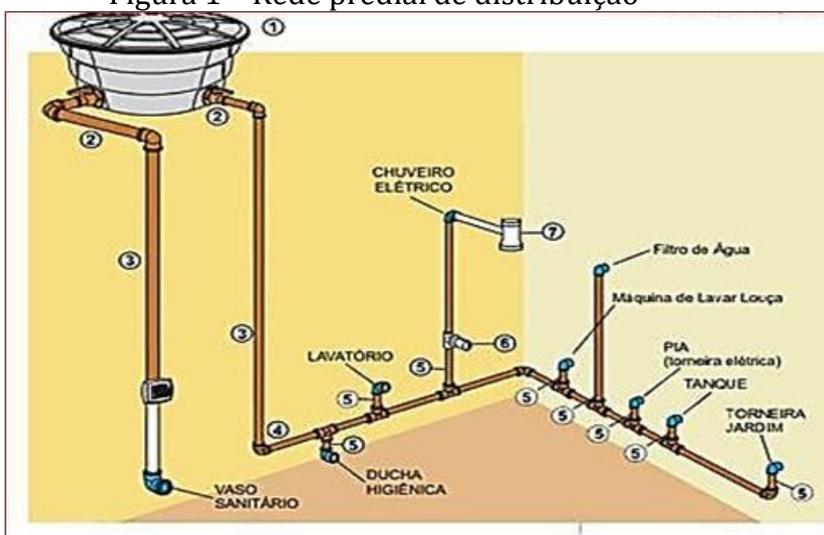
Quanto a manutenção predial, cabe aqui fazer uma ressalva a respeito da manutenção preventiva em instalações hidráulicas em edificações considerando que essa é uma atividade que entra em ação antes que haja a necessidade de reparo, tendo em vista que exige uma programação, com datas preestabelecidas obedecendo a critérios técnicos determinados a partir do processo construtivo da edificação. É imprescindível que sejam feitos todos os registros das atividades executadas (CASTRO, 2007). Tendo em vista a argumentação do autor referenciado sobre esse aspecto, depreende-se que uma infiltração hidráulica não causa somente problemas visuais, mais também causa danos a estrutura do edifício. Cuidar da manutenção predial, portanto, significa garantir redução de danos estruturais, assim como garantir a integridade da edificação.

Portanto, a manutenção predial preventiva é de suma importância para uma edificação, não devendo ser realizada de modo improvisado, pois a ausência de manutenção pode acarretar graves consequências a edificação. Nesse contexto, ao elaborar um sistema de manutenções que restitua os sistemas degradados através de serviços periódicos, a vida útil da edificação terá seu prolongamento.

## 2.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM EDIFICAÇÕES

O sistema de instalações hidráulicas é entendido como o conjunto de tubulações, conexões, registros, válvulas e demais acessórios, que a partir de sua montagem tem a função de transportar água desde os distribuidores ou reservatórios, até os pontos de utilização instalados em todo a edificação. Essas instalações segundo Moreira (2010), devem seguir o projeto elaborado para esse fim, ou seja, o desenvolvimento não somente da forma do produto final, mas também os aspectos da edificação na qual o detalhamento possui determinada influência sobre a qualidade da rede de distribuição relativa as instalações hidráulicas de edificações residenciais (Figura 1).

Figura 1 – Rede predial de distribuição



Fonte: Moreira (2010).

Acerca da Figura 1, essa apresenta o conjunto de tubulações relativa as instalações hidráulicas em edificações formada pelos seguintes elementos: reservatório, barrilete e coluna de distribuição. Desse modo, pode-se dizer que as considerações de Moreira (2010), ressalta que as instalações hidráulicas em edificações têm como finalidade fazer a distribuição de água sob a pressão adequada a todas as peças de utilização da edificação, criando dessa forma condições favoráveis ao conforto e segurança dos usuários.

Uma escolha mal feita de acordo com poderá trazer consequências para o edifício como a realização de reparos indesejados. A conexão entre o projeto e a execução da obra devem estar bem alinhadas entre si, caso contrário, poderá surgir problemas nas instalações hidráulicas causando prejuízos futuros o que demandará em manutenção preventiva, para que não venha ocorrer tal fato (CASTRO, 2014).

Desse modo, para que as instalações hidráulicas em edificações apresentem um desempenho eficiente, é necessário que seja realizado um planejamento de manutenção preventiva de acordo com as normas vigentes. A manutenção preventiva nas instalações hidráulicas em edifícios residenciais segundo Cardoso (2014) é importante para tentar resolver ou diminuir as causas das manifestações de patologias que em alguns casos ocorre a partir da falha de concepção do projeto, ou por ausência de manutenção preventiva. Nos termos da ABNT NBR 5674 (2012), a manutenção preventiva é caracterizada por serviços cuja realização deverá ser programada com antecedência priorizando o seu estado de degradação (CASARIN, 2018).

Segundo Neto (2012), a publicação em julho de 2012 da versão atualizada da norma de manutenção de edificações, ABNT NBR 5674 de 2012, apresenta, quando comparada às versões anteriores, um avanço expressivo na abordagem do assunto e apresenta ganho ao esclarecer a metodologia de implantação além de explorar os aspectos relacionados à gestão do programa de manutenção preventiva em edificações.

Nessa linha de pensamento Trojan, Marçal e Baran (2013), enfatizam que com a evolução da manutenção em gerações, também evoluíram os conceitos sobre os tipos de manutenção mais eficientes para serem aplicados em cada contexto. A primeira geração deu suporte para o conceito da manutenção corretiva, chamada também de “conserto pós-avaria”. Já a segunda geração agregou elementos para formular o conceito da manutenção preventiva, baseada em revisões, sistemas de planejamento, controle do trabalho, e sua importância para o sistema construtivo.

Sob essa ótica uma construção durável é decorrente de um conjunto de decisões e procedimentos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento inicial, tais decisões são as que garantem à estrutura e aos materiais um desempenho satisfatório durante sua vida útil, parâmetros que definem um adequado sistema de qualidade e produção são os mesmos que definem a durabilidade do edifício (CASTRO, 2014). Tendo em vista a argumentação do autor supra citado, considera-se relevante centrar o foco sobre os cuidados que exigem o planejamento e execução das instalações hidráulicas com base nos detalhes construtivos de modo que não venham exigir manutenção preventiva por um longo período.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 MÉTODO DE PROCEDIMENTO**

Quanto ao método de procedimento de acordo com Prodanov, Freitas (2016), é o momento em que o pesquisador apresenta as etapas de investigação de forma concreta, com o objetivo de explicar os termos relacionados aos fenômenos considerados menos abstratos. É o método de procedimento que leva o pesquisador desde o problema inicial que motivou a pesquisa até a comprovação de uma resposta no final do estudo.

### **3.2 TIPO DE PESQUISA**

Em relação ao tipo de pesquisa realizou-se um estudo descritivo e exploratório de natureza qualitativa. As pesquisas exploratórias segundo Gil (2014) são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

A pesquisa qualitativa segundo Gil (2014) tem como objetivo proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador sobre o assunto, para que possam ser formulados problemas mais sucintos ou novas hipóteses a serem pesquisadas por estudos futuros.

### **3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS**

No delineamento da pesquisa foram utilizados como meio de investigação publicações que abordam o tema em pauta com o objetivo de apresentar aos pesquisadores um novo ponto de vista sobre a importância da manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais, induzindo a conclusões inovadoras, através de uma síntese de maneira crítica, analisando as informações disponibilizadas por meio de livros e artigos que foram incluídos na revisão. Para o desenvolvimento do referencial teórico utilizou-se de um criterioso levantamento bibliográfico publicado na literatura científica a partir de trabalhos publicados como livros e artigos disponibilizados ao público em geral para colher e avaliar os dados a partir da realização da pesquisa. A análise dos dados compreendeu o resultado da pesquisa, onde foram retiradas as evidências do material pesquisado que apresentaram subsídios sobre manutenção predial e instalações hidráulicas em edificações em especial sobre a manutenção preventiva.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Partindo do pressuposto que já existe um aumento da sensibilização das empresas envolvendo a manutenção preventiva em edificações ainda é observado um certo desinteresse referente a temática. De acordo com o prelecionado na ABNT NBR 5674 (2012), têm fatos que ocorrem de modo frequente em determinadas edificações que descumprem as normas preventivas de edificação demonstrando, portanto, fragilidade na sua vida útil do imóvel, acarretando contratempos para o estado e para a população (CASARIM, 2018).

Esse processo acontece em razão do envelhecimento do edifício, demonstrando, assim que não foram tomadas as providencias cabíveis para tal fato, os elementos da edificação deixam de funcionar gradativamente, diante dos fatos, tem sua vida útil reduzida de modo brusco, dificultando as providencias necessárias a sua manutenção (GOMIDE, 2016).

Segundo o contido na ABNT NBR 5674 (2012), pode-se perceber que, de acordo com as normas, a manutenção adequada para cada organização é fator de sucesso, garantia de otimização nos processos e, por conseguinte, à atividade receber lucros, ou seja, não apenas garantir a sobrevivência da edificação, mas possibilitar-lhes crescimento e expansão.

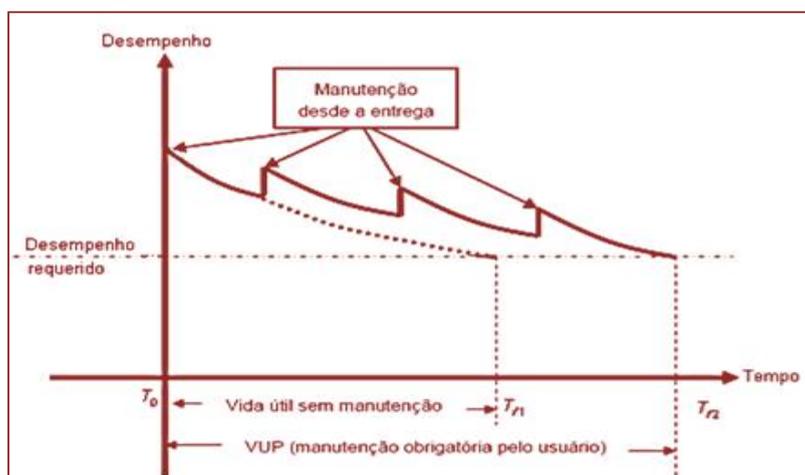
Sobre isso, pode-se dizer que, para cumprir sua função atendendo aos requisitos exigidos sobre o desempenho, uma obra deverá de modo obrigatório passar por intervenções de manutenção no decorrer de sua vida útil.

Ao concluir a construção de uma obra de moradia apresenta-se a ideia sobre os gastos, imagina-se que estes terminaram, todavia não existe a possibilidade de ao concluir o processo de edificação surge a ideia de que em entrar em atividade considera-se que os seus sistemas permanecerão funcionando normalmente, mas o que acontece é que os sistemas vão ficando sujeitos a existência falhas, tornando-se necessário que a edificação passe por várias manutenções para que sua vida útil alcance maior longevidade, para que assim, que o edifício permaneça em atividade (GOMIDE et al., 2014).

De acordo com a ABNT NBR 15575 (2013), a produção de uma edificação não aborda somente as partes de projetos e execução do canteiro de obra. Quando disponibilizada para uso e ocupação, ela tem que garantir, por um determinado tempo, estanqueidade e conforto aos seus ocupantes, possuindo condições adequadas às quais foram produzidas e resistindo as intempéries e patologias ao decorrer dos anos.

Partindo dessa reflexão com base em Gomide et al., (2014), entende-se que a articulação para o desenvolvimento de manutenção preventiva pode intervir diretamente na vida útil do edifício, significando que na correta preparação das atividades realizadas de acordo com a técnica utilizada para a implementação do plano de manutenção ocasionará acréscimo no valor de forma considerável na vida final do edifício, de acordo com o apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Manutenção preventiva e desempenho ao longo do tempo



Fonte: ABNT NBR 15575 (2013)

A Figura 1, apresenta a manutenção preventiva e o desempenho ao longo do tempo de vida útil da edificação, demonstrando a importância da manutenção até sua entrega ao usuário final. Sob essa ótica o desempenho requerido para que a edificação possa ter um longo período de vida útil sem necessitar de manutenção é fundamental,

para o desempenho do imóvel. Diante desse contexto a prática de manutenção preventiva não precisam ser concretizados de forma improvisada e simples, a manutenção preventiva é uma atividade que deve ser feita por profissionais que devem ser oficialmente habilitados dentre estes o engenheiro civil.

Estudos realizados por Pini (2015) e Martins (2012), afirmam que a manutenção de uma edificação é uma atividade necessária à garantia de seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, ou seja, a manutenção preventiva tem por finalidade o prolongamento da vida útil do empreendimento, observando ainda que cada estrutura em função da deterioração atinge níveis de desempenho insatisfatórios, variando de acordo com o tipo de estrutura, algumas dessas falhas podem ocorrer por conta de falhas no projeto ou de execução.

A manutenção preventiva é a melhor forma de diminuir a falha da funcionalidade dos edifícios, de tal modo que, realizando manutenção periódicas é possível alcançar níveis de vida útil, sem causar prejuízos econômicos (CASTRO, 2014). Diante disso, a forma mais adequada para preservar e garantir a conservação do sistema hidráulico do edifício é fazendo a manutenção preventiva, de acordo com o que as normas exigem.

Nesse sentido, na concepção do autor referenciado a ausência de um plano de manutenção preventiva ou um plano falho, onde não se dá a devida atenção nos principais elementos da construção, pode acarretar diversos problemas, tais como perdas custos não planejados e menor vida útil do empreendimento.

Com relação as patologias das instalações hidráulicas Carvalho (2015), enfatiza que essas apresentam características próprias em relação aos demais processos construtivos, como a execução de formas e alvenaria.

Diante disso, devem ser previstas as condições adequadas para a realização de manutenção preventiva, os problemas considerados comuns dos sistemas hidráulicos em edificações, responsáveis pelas patologias apresentadas correspondem ao detalhamento de projeto, quebras nos tubos após a colocação, erros na marcação dos locais destinados às passagens da tubulação, assim como a ausência de um planejamento da sequência de execução e relação ao projeto original da obra (CARVALHO, 2015).

A tabela 1 apresenta as principais patologias encontradas em instalações hidráulicas em edificações.

Tabela 1 – Principais patologias apresentadas nas instalações hidráulicas.

Patologias	Fatores responsáveis
Vazamentos	Compatibilização de projetos de instalação junto com o projeto arquitetônico, tipo de material e ausência de especificação de componentes normalizados, detalhes de projetos e conformidade de componente com a especificação do projeto.
Infiltrações	
Manchas de umidade	

Fonte: adaptado de Carvalho (2015).

As edificações modernas têm favorecido o surgimento de algumas patologias, (Tabela 1), onde algumas estão relacionadas as instalações hidráulicas dentre essas a infiltração ou umidade, tendo como um dos fatores o aparecimento das características construtivas modernas adotadas pelas construtoras, bem como os novos materiais e os sistemas construtivos inseridos nas últimas décadas, os problemas patológicos originados a partir da umidade por infiltração não estão relacionados a um único fator e, por essa razão podem aparecer em alguns elementos de uma edificação, tais como: paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, dentre outros (BAUER, 2008).

Portanto, na concepção de Bauer (2008), a umidade originada por vazamento da rede hidráulica é proveniente das tubulações do sistema de distribuição quando da

instalação hidráulica no que se refere aos materiais empregados e as técnicas aplicadas na construção da edificação como apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Principais patologias apresentadas nas instalações hidráulicas.



Fonte: Adaptado de Gomide (2016)

A escolha dos materiais construtivos de qualidade e específicos para a edificação de cada ambiente também é outro fator que contribui para se evitar o aparecimento de patologias como infiltrações relativas as instalações hidráulicas. Outra patologia relacionada a infiltração são as manchas que segundo Bauer (2008), podem ser definidas como o resultado da saturação de água em materiais construtivos sujeitos à umidade. Esse processo além de provocar o surgimento das manchas características, acarreta enquanto consequência a deterioração da edificação de acordo com a Figura 3.

Figura 3 – Principais patologias apresentadas nas instalações hidráulicas.



Fonte: Adaptado de Zanotto (2015)

Outra consequência da infiltração refere-se à deterioração do material utilizado na obra, é um resultado da ação realizada por reformas sem a devida orientação por um profissional qualificado (BAUER, 2008). Logo, buscar realizar medidas preventivas é

uma alternativa para se evitar os problemas com patologias, assim como ampliar a qualidade da construção.

Segundo Zanotto et al (2015), a manutenção deve receber a devida importância na fase de concepção do empreendimento, a partir da crescente demanda dos usuários por imóveis mais duráveis onde as patologias que possam surgir não sejam tão onerosas. As patologias consideradas complexas configuradas nas figuras 4 e 5, é causado geralmente por irregularidades no projeto de execução dos materiais empregados ou da união desses fatores, esse problema tem maior ocorrência em obras habitacionais do Projeto Minha Casa Minha Vida. Assim, é importante pontuar que a responsabilidade de reparos fica por conta da construtora, se o imóvel ainda se encontrar no prazo de garantia (CASTRO, 2014).

Figura 4 – Falha na execução do projeto



Fonte: Zanotto et al. (2020)

Figura 5 – Falha na execução do projeto.



Fonte: Adaptado de Gomide (2016)

É importante destacar a importância da manutenção preventiva na conservação da garantia das construções, pois quando as construtoras entregam o manual de uso e operação, que deve conter todas as informações necessárias para a execução de um plano de manutenção o correto uso e operação de sistemas e elementos construtivos, a falta ou a negligência dessa manutenção incorre na perda da garantia (MARTINS, 2012).

Nesse seguimento a ABNT NBR 14037 (2011), estabelece que o construtor deve informar no manual de uso e operação da edificação os prazos de garantias que são aplicáveis a cada caso. Ainda no enunciado da norma relacionada a ABNT NBR 5674 (2012), a manutenção é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional dos edifícios, preservando as condições ambientais para o seu uso (CASARIN, 2018).

Diante dessas acepções as edificações são consideradas obras de cunho social que se realiza de modo direto ou indireto das práticas produtivas possuindo, portanto, um valor social fundamental. As edificações oferecem uma característica que as torna diferentes de outras atividades: são edificadas para prover os moradores por longos anos, e no decorrer do período necessitam apresentar a edificação com condições adequadas para a utilização a qual são destinadas, resistindo as intempéries do tempo e de uso que venham alterar suas propriedades técnicas iniciais (BORGES, 2014).

É inviável, sob o ponto de vista econômico, e inaceitável, sob o ponto de vista ambiental, considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando os requisitos de desempenho atingem níveis inferiores àqueles exigidos pela ABNT NBR 5674/2012 (DARDENGO, 2010). Para tanto, é importante que sejam destacados os fatores que influenciam na durabilidade de uma edificação de acordo com o especificado no Quadro 1.

Quadro 1 – Falha na execução do projeto

Materiais utilizados
Projetos
Execução
Manutenção adequada
Agressividade do ambiente

Fonte: Adaptado de Martins (2012).

A durabilidade de uma edificação pode ser entendida como uma referência à qualidade do produto imobiliário ao longo de sua vida útil, ou seja, sua confiabilidade. Pode-se concluir então que haverá variações desse nível de confiabilidade ao longo do tempo, mas a durabilidade deve atender as condições mínimas de segurança, habitabilidade, sustentabilidade e durabilidade, que foram projetadas e prometidas ao cliente (GOMIDE, 2016).

Os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados, pois procurou-se realizar uma revisão da literatura em relação a manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais. Como citado no desenvolvimento desse estudo é fundamental o conhecimento desses principais fatores para subsidiar uma atuação mais efetiva nas atividades profissionais quanto a manutenção preventiva em edificações no âmbito da engenharia civil.

Diante dos dados encontrados, foi percebido que os projetos em desenvolvimento devem levar em conta o processo de manutenção preventiva desde o momento de sua concepção, para que possa atender à necessidade e segurança de seus usuários antes que haja necessidade de reparos.

A realização de manutenção preventiva em edifícios segundo Borges (2014), torna-se imprescindível para todos os envolvidos no contexto da obra, haja vista que essa prática é fundamental para a vida útil da edificação, no entanto ainda há dificuldade de entendimento sobre esse fato, porque os construtores, proprietários e síndicos alegam que não receberam as corretas informações sobre a importância de se avaliar a manutenção preventiva e quais seriam os seus benefícios. Nessa linha de pensamento, compreende-se que as partes envolvidas como a indústria da construção civil, ainda não perceberam que o implemento da manutenção preventiva na execução da obra é um elo importante para o prolongamento da vida útil da edificação.

Deste modo, este trabalho traz subsídios para o engenheiro civil que deve estar atento a todas as necessidades de um planejamento de manutenção preventiva de uma edificação. É necessário priorizar e planejar as ações para que estas sejam efetuadas. Partindo desse pressuposto, é fundamental que, mais acadêmicos desenvolvam trabalhos e discutam sobre esse assunto, para promover a importância da elaboração de um manual de uso e operação no meio profissional e assim, aplicar e disseminar a cultura da manutenção preventiva em edificações para os profissionais de engenharia civil.

Fica, então, aqui a perspectiva de que os dados apresentados, no desenvolvimento da pesquisa, possam contribuir para que os profissionais da construção civil, na fase de elaboração do projeto, levem em consideração as patologias provenientes das instalações hidráulicas em obras de edificações residenciais.

## 5 CONCLUSÃO

Buscou-se entender através da literatura a importância da manutenção preventiva de instalações hidráulicas de edificações residenciais e como essa pode se revelar um importante instrumento para a segurança dos edifícios e qual é a real necessidade das atividades de manutenção preventiva. Com base nos estudos realizados por teóricos conceituados esses afirmaram em suas pesquisas que em algumas obras ocorreram apenas medidas preventivas quando na detecção da patologia, e nas edificações nas quais ocorreram a manutenção de modo correto e no tempo adequado foi evitada intervenção de caráter corretivo. A manutenção preventiva busca evitar a ocorrência de falhas atuando de forma antecipada para que não seja necessária a atividade de reparação. Assim, quanto a questão da manutenção preventiva diante dos vários aspectos apresentados, é pertinente concluir que a manutenção preventiva é a solução mais eficaz contra as patologias que afetam uma edificação, além de ser a mais econômica, e de garantir outros benefícios para esta e seus usuários, tais como, segurança, valorização do imóvel, haja vista que a manutenção preventiva, oferece maior garantia de vida útil ao empreendimento.

No que se refere a manutenção preventiva é importante pontuar que as edificações sofrem diversos tipos de deteriorações, seja ela por motivos de desgaste de materiais ou intempéries. Nesse sentido depreende-se que, para que a edificação tenha uma vida útil necessária é imprescindível que sejam realizadas manutenções periódicas em cumprimento às normas técnicas. Considerando o exposto e levando em consideração as diretrizes elaboradas pela norma de manutenção de edificações, ABNT NBR 5674 de 2012, juntamente com as observações realizadas quanto ao processo

construtivo, é possível concluir a dimensão da necessidade de se investir no controle desse processo, com maior atenção às normatizações existentes e às recomendações nelas contidas, uma vez que isso evitará transtornos para os usuários, aumentando assim a sua satisfação, além de permitir à empresa construtiva a redução de etapas que não agregam valor ao produto final e a uma natural racionalização de seus processos. Em se tratando da manutenção preventiva em edificações residenciais os construtores desempenham um papel efetivo dentro do processo de manutenção predial, uma vez que para essa atividade alcançar maior eficiência possível, os conceitos de manutenção predial devem nascer ainda durante à concepção da elaboração do projeto executivo. Nesse sentido, discutir o trabalho do profissional da área de engenharia civil com enfoque no planejamento de edificações nos remete a algumas características que desvendam a particularidade desse complexo processo de trabalho, no qual os engenheiros são historicamente e culturalmente identificados como um dos profissionais que dificilmente atuam na manutenção preventiva de edificações, haja vista que quando ocorrem a patologia no empreendimento já entregue aos usuários, são contratadas pessoas terceirizadas, que em geral realizam as ações corretivas de modo paliativo.

Portanto, conclui-se que a manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificações residenciais deve ser entendida como uma atividade de vital importância, a qual deve ser realizada com responsabilidade e planejamento. É fundamental que ocorra a atuação de forma preventiva em uma edificação, pois, além de ser mais econômico, permite a realização de um planejamento prévio, evitando, assim, que a edificação passe por um processo de paralização total, e em determinados casos a sua inutilização. Espera-se ainda que este estudo possa contribuir para que haja a discussão de um tema cada vez mais relevante e importante como a manutenção preventiva de instalações hidráulicas em edificação residenciais. Nesse mesmo cenário, discutir sobre a importância do engenheiro civil que atua no canteiro de obra e que busca realizar suas atividades 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

ABNT. N BR 5674/2012 - **Manutenção de Edificações** – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. NBR 15575/2013- **Desempenho de edificações**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT NBR 14037: **Diretrizes para a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção** – Requisitos para a elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. N BR 14724- Esta Norma especifica os princípios gerais para a elaboração de **Trabalhos Acadêmicos**.

ABNT. N BR 10520:2002- Apresentação da Informação e documentação – **Citações**.

ABNT. N BR 6024:2012- Apresentação da Informação e documentação – **Numeração progressiva das seções de um documento escrito**.

ABNT. N BR 14724 - 2011- Apresentação da Informação e documentação – **Ilustrações**.

ASSIS, Andrea. **40 perguntas**: manutenibilidade. Revista Técnica, edição 162, São Paulo, setembro de 2010

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5ed. v.2, Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O significado do desempenho das edificações**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://construcomercado.pini.com.br/negociosincorporacaoconstrucao/103normadesempenho-significado-de-desempenho-nas-edificacoes282364-1.aspx>. Acesso em: 25 de out. 2020.

CARVALHO JR, Roberto. **Patologias em sistemas prediais hidráulicos-sanitários**. 1ed. São Paulo: Blucher, 2015.

CASARIN, Guilherme Zanella. **Aplicabilidade da ABNT NBR 5674:2012** em condomínios verticais de até cinco pavimentos na cidade de Pato Branco – PR.2018.

CASTRO, Ulisses R. **Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para a sua execução**. Monografia (Especialista em construção civil) – Escola de Engenharia. Minas Gerais: UFMG, 2014.

DARDENGO, Cássia Figueiredo Rossi et al. **Identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares** da cidade de Viçosa-MG. 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira. **Engenharia legal 5**. LEUD. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://construcomercado.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/73/artigo282067-1.aspx>. Acesso em: 25 de mai. 2020.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; GULLO, Marco Antônio; NETO, Jerônimo Cabral P. Fagundes. **Inspeção predial total**: Diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica. 2ed. PINI. São Paulo, 2014.

MARTINS, Armando dos Santos Mesquita. **Inspeção Predial**: check-up predial: guia da boa manutenção. 3ed. LEUD. São Paulo, 2012.

MOREIRA, G. L. A. **Inovação tecnológica e aplicação de novos sistemas construtivos nas instalações hidráulicas e sanitárias**. Dissertação Graduação 2010

NETO, Jerônimo C. P. F. NBR 5674 – julho de 2012 – **Requisitos para o sistema de gestão da manutenção** – CONSIDERAÇÕES, 2012. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2012/03/13/nbr-188010-a-gestao-da-seguranca-e-da-saude-do-trabalho/>. Acesso em: 02 out. 2020.

PINI, Mario Sérgio. **Manutenção Predial**. PINI São Paulo, 2015.

PRODANOV, 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.

TROJAN, F; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. (2013). **Classificação dos Tipos de Manutenção pelo Método de Análise Multicritério** Electre Tri. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0338.pdf>. Acesso em: 25/09/2020.

ZANOTTO, G. et al. **Atendimento ao requisito manutenibilidade da NBR 15575:2013 em um empreendimento habitacional**. In: SIBRAGEL ELAGEC. São Carlos, 2015.

# Capítulo 6

## *Concreto convencional e concreto autoadensável: Estudo de caso em laje pré-moldada de duas residências populares*

*Danny Cavalcante Maia*

*Wendell Salgado dos Santos*

*Sara dos Santos Santarém*

*Fabricio de Amorim Rodrigues*

**Resumo:** A construção civil agregada à tecnologia passa por momentos de inovação, criando alternativas e métodos construtivos para melhorar os procedimentos, reduzir os custos e o tempo de execução das obras. Partindo dessa premissa, o presente artigo visa apresentar um estudo entre dois tipos de concreto usado em laje treliçada pré-moldada que foram usados na construção de duas residências populares na cidade de Manaus-AM, sendo que uma laje foi construída usando concreto convencional e a outra o concreto autoadensável. Este estudo tem como característica relatar qual a melhor opção de concreto em relação a custo-benefício, definindo assim, se ele é uma boa escolha ou não para este tipo de construção. O artigo demonstra por meio de tabelas as quantidades de itens e materiais utilizados e o custo da execução da obra. Para este estudo de caso, as informações foram coletas no canteiro por meio de entrevista junto aos responsáveis pela obra. Com o panorama apresentado pode-se evidenciar por meio dos resultados obtidos que a laje pré-moldada que utilizou o concreto autoadensável não foi viável para este tipo de obra.

**Palavra-chave:** Concreto, laje pré-moldada, custo.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos componentes mais empregados na área da construção civil, sem dúvida é o concreto, sendo assim, com o passar dos anos tem-se criado novos métodos com auxílio de técnicas para aprimorar o produto focando na qualidade, tempo de execução e economia no processo construtivo. Os avanços tecnológicos proporcionaram para área da construção civil diversos tipos de concretos cada um com suas especificidades para atender os diferentes tipos de aplicações para o qual foi destinado.

Autores como Carvalho e Figueiredo Filho (2014) definem o concreto como um material heterogêneo composto de cimento, água, agregados miúdos e graúdos (areia/brita) que podem ainda ser adicionados aditivos e adições na sua composição afim de melhorar suas propriedades e aplicabilidade. O preparo do concreto poderá ser de forma manual ou em betoneiras feito no próprio canteiro de obra, como também pode ser feito por empresas especializadas chamadas de centrais dosadoras.

O uso do concreto convencional, que é basicamente a mistura de cimento, água, agregados miúdos e graúdos, na construção civil é bastante comum, principalmente por parte da população com menor poder aquisitivo. No uso deste concreto, precisa ser utilizado a ferramenta de vibração para que o adensamento seja feito corretamente durante a concretagem. O lançamento do concreto convencional nas fôrmas é feito manualmente com auxílio de carrinhos de mão ou outros meios de transporte.

O concreto convencional tem como vantagens, baixo custo para sua produção, é moldável, o que permite formas na criação arquitetônica. As desvantagens de se usar esse tipo de concreto são, o tempo de concretagem, mão de obra em maior quantidade e a necessidade de se fazer a vibração.

Quando há misturas de aditivos e adições no concreto, este será denominado concreto autoadensável, que tem como características grande fluidez, pode ser moldado em fôrmas sem a necessidade de intervenção exterior, preenchem os espaços vazios, não segrega durante a concretagem e não necessita ser adensado por meio de vibração. Com a adição de materiais finos no concreto autoadensável tem-se o aperfeiçoamento de diversas propriedades, tanto no estado fresco quanto no endurecido.

O concreto autoadensável tem como vantagens resistência, durabilidade, redução de mão de obra, maior rapidez no momento da concretagem e praticidade porém tem como principal desvantagem o custo elevado em virtude das adições dos aditivos e adições.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo apresentar a viabilidade econômica no uso do concreto convencional e do concreto autoadensável em obra de laje pré-moldada de duas residências populares no município de Manaus-AM. O estudo traz definições sobre lajes, concreto convencional autoadensável, além da viabilidade econômica para sugerir qual a melhor opção de concreto a ser utilizado em obra desse tipo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 LAJE

As lajes podem ser definidas como elementos com estruturas de planos bidimensionais, onde o comprimento e a largura predominam sobre a terceira dimensão (espessura), as quais destinam-se a receber a maior parte de ações aplicadas em uma construção como por exemplo, pessoas, móveis, pisos, paredes, além de outros tipos de carga que podem existir, destinado arquitetonicamente ao espaço físico em que a laje faz parte (BASTOS, 2014).

As ações que as lajes recebem são frequentemente perpendiculares ao plano da laje, que podem estar: distribuídas na área (peso próprio, revestimento de piso, etc.), distribuídas linearmente (paredes) ou forças concentradas (pilar apoiado sobre a laje), essas ações normalmente são transmitidas para as vigas de apoio nas bordas da laje, mas eventualmente também podem ser transmitidas diretamente aos pilares que suportam seu próprio peso. (BASTOS, 2014).

As lajes também podem ser chamadas de placas. Fusco (1995) afirma que de acordo com a especificação geral das peças estruturais, as placas possuem estruturas laminares de concreto com superfície média plana e que estão sujeitas principalmente por forças perpendiculares ao seu plano médio.

### **2.1.1 LAJE PRÉ-MOLDADA TRELIÇADA COM ISOPOR (EPS)**

As lajes treliçadas pertencem ao grupo dos pré-moldados. As lajes pré-moldadas são utilizadas para vencer vãos pequenos a médios e as cargas não devem ser muito elevadas (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2014).

As lajes pré-moldadas são compostas por vigotas (nervuras) dos tipos trilho ou treliça. Estas vigotas são formadas por concreto estrutural sendo produzidas de forma industrial fora do local da obra. Se forem confeccionadas no canteiro de obra, devem obedecer a todas as normas vigentes sob rigorosas condições de controle de qualidade (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2014). As lajes pré-moldadas treliçadas podem ser unidirecionais ou bidirecionais.

Ainda conforme os mesmos autores, as lajes unidirecionais são constituídas por nervuras principais longitudinais e dispostas em uma única direção de acordo com a largura do preenchimento desejado, onde podem ser aplicadas algumas nervuras transversais perpendiculares às nervuras principais. Já nas lajes bidirecionais, as nervuras principais estão em ambas as direções (BASTOS, 2014).

Nos intervalos das vigotas é colocado o material inerte (lajotas de poliestireno expandido – EPS ou cerâmica) formando a base da laje para ser preenchida posteriormente por concreto. Estas vigotas são formadas por uma sapata de concreto armado com uma treliça e se houver a necessidade, é colocada uma armadura complementar inferior de tração (GAGLIARDO; TAKEDA, 2015).

O uso de EPS em lajes pré-moldadas tem relação com sua baixa densidade e devido a capacidade de isolamento térmico e acústico deste material, ajuda na redução da potência do sistema de refrigeração de condicionadores de ar, o que pode permitir em economia com gasto de energia elétrica anual (LIMA; SILVA, J.; SILVA K., 2018).

Para Franco (2013), as lajes pré-moldadas treliçadas tem redução de custo em relação às fôrmas, ao escoramento, concreto e a mão de obra, o que gera economia durante a execução do serviço. As normas brasileiras que tratam desses tipos de lajes as denominam como lajes pré-fabricadas.

A indústria da construção civil vem buscando formas de melhorar seu processo produtivo de forma a trazer menores custos com produtos de alta qualidade. El Debs (2017) afirma que por meio de técnicas associadas à utilização de elementos pré-moldados traz celeridade e aumento da produtividade na construção além de evitar desperdícios de material no durante o processo construtivo.

## 2.2 CONCRETO

No princípio, o concreto era produzido apenas com a mistura de três materiais: cimento, agregados e água. Entretanto veio a necessidade de melhorar algumas propriedades do concreto, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, desta forma pequenas porções de produtos químicos foram adicionadas às misturas. Tais produtos químicos são denominados aditivos (NEVILLE, 2016).

O objetivo principal destas adições de produtos químicos é o de melhorar algumas propriedades físicas e mecânicas do concreto, como o aumentar a trabalhabilidade e a resistência, bem como o de adiar a velocidade das reações químicas que ocorrem no concreto (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2014). O motivo pelo qual o uso de aditivos tem crescido é porque estes são capazes de conferir importantes vantagens físicas e econômicas ao concreto.

Os aditivos possuem custo relativamente elevado, mas isso não significa uma despesa a mais, já que seu uso pode proporcionar uma economia, quando relacionados ao custo da mão de obra necessária para o adensamento ou ao consumo de cimento, por exemplo, (NEVILLE, 2016). Ainda conforme o autor, para que se tenha uma produção de concreto de boa qualidade a opção empregada sempre é a obtenção de agregados separados em pelo menos, dois grupos de tamanhos, onde os agregados miúdos devem possuir dimensão inferior a 4mm e os agregados graúdos com dimensão mínima de 5mm.

Alguns fatores são essenciais para o concreto ter qualidade devendo atender dois critérios existentes: o de ser satisfatório tanto quando endurecido quanto no estado fresco. Neville (2016) afirma que o concreto em seu estado fresco quando transportado da betoneira e lançado, é fundamental que a consistência da mistura permita que o concreto possa ser adensado pelos meios desejados sem esforço excessivo. Tal mistura deve possuir coesão suficiente para não ocorrer segregação, ocasionadas principalmente pelos meios de transporte e de lançamento. Já no estado endurecido, as principais exigências são a resistência à compressão satisfatória e durabilidade adequada.

### 2.2.1 CONCRETO CONVENCIONAL (CCV)

Normalmente no concreto convencional por são usados aditivos e adições durante a sua produção. A combinação de cimento com a água tem-se a pasta de cimento, que ao adicionar o agregado miúdo, como a areia, forma-se a argamassa de cimento, e juntando o agregado graúdo, como a pedra britada ou seixos, tem-se o concreto denominado simples (FUSCO, 2008).

O autor afirma que este concreto tem como característica a resistência à compressão, usualmente entre 20 e 40 Mega Pascal (MPa), sendo considerado razoável, e quando relaciona-se esta à resistência à tração, é considerada reduzida pois é comumente menor que 1/10 de sua resistência à compressão. Atualmente podem ser normalmente empregados concretos com resistências de até 50 MPa.

Na fase de concretagem é necessário fazer o adensamento, para que este atinja um adensamento satisfatório é necessário fazer use de vibração mecânica através de vibradores sob de imersão na mistura de concreto (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2014).

### 2.2.2. CONCRETO AUTOADENSÁVEL (CAA)

A principal característica do concreto autoadensável é a ausência de vibradores mecânicos sendo apenas necessário seu peso próprio para que ocorra o adensamento da mistura. Assim sendo, o mesmo precisa alcançar três propriedades simultaneamente: fluidez, coesão e resistência.

A fluidez é a propriedade que caracteriza a capacidade do concreto autoadensável de fluir dentro da fôrma preenchendo todo o espaço. Coesão é a habilidade passante, ou seja, a capacidade da mistura escoar pela fôrma, passando intacto por entre as armaduras de aço sem obstrução do fluxo ou segregação. Já a resistência à segregação é a propriedade de se manter coeso ao fluir dentro das fôrmas, passando ou não por obstáculos (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2008).

No concreto autoadensável a alta fluidez ocorre quando são utilizados aditivos superplastificantes, os quais garantem esta propriedade mecânica. Já a viscosidade e a coesão são conseguidas com o acréscimo de um percentual adequado de materiais finos, isto é, com granulometria muito fina e/ou aditivos modificadores de viscosidade (SANTOS; CASTRO; GONÇALVES, 2018).

Dentre as principais vantagens do uso do concreto autoadensável nas construções citam-se a celeridade na construção, redução a mão de obra no canteiro, melhora do acabamento final da superfície, aumento da durabilidade do concreto, maior liberdade no uso das fôrmas bem como a concretagem em peças de seções reduzidas, menor número de trabalhadores no local, ganho ecológico devido ao menos consumo de cimento e ainda a redução no custo final do concreto (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2008).

Os autores ainda concluem que o concreto autoadensável não necessita de nenhum tipo de intervenção externa, como o uso de vibradores de imersão, régua vibratórias ou qualquer outra forma de compactação, uma vez que tal material dispensa o uso de tais ferramentas, já que seu próprio peso é responsável pelo adensamento através da ação da força da gravidade .

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa é um estudo de caso referente a montagem de duas lajes pré-moldadas com preenchimento de EPS em obras de duas residências populares localizadas no bairro Jorge Teixeira, na zona leste da cidade de Manaus – AM, onde a primeira usou o concreto convencional e a segunda o concreto autoadensável.

A coleta de dados se deu utilizando referências bibliográficas de artigos publicados, disponível nas bibliotecas virtuais *Google Acadêmico*, *SciELO* e de livros. Foram observados todos os processos necessários até chegar à etapa final. Buscou-se avaliar e comparar os custos, discriminando os materiais e quantidades utilizados em cada obra, para então realizar a comparação entre o concreto autoadensável e concreto convencional para se obter o valor de cada item e ter uma referência econômica, de modo a definir qual o tipo de concreto é o mais indicado para ser usado em laje pré-moldada em construção de casa popular.

Na tabela 1, está disposto o tipo de concreto e a área construída das residências participante da pesquisa.

Tabela 1 – Tipo de concreto e área construída

Nº	Descrição	Tipo de concreto	Dimensão (m <sup>2</sup> )
1	Residência popular 01	Concreto convencional	87 m <sup>2</sup>
2	Residência popular 02	Concreto autoadensável	89 m <sup>2</sup>

Fonte: Os autores

### 3.1 LAJE PRÉ-MOLDADA COM CONCRETO CONVENCIONAL

Para a laje pré-moldada com concreto convencional, foram utilizados os seguintes materiais listados no quadro 1.

Quadro 1 – Materiais

Nº	Descrição
1	Betoneira
2	Cimento
3	Seixo
4	Areia
5	Água
5	Balde
7	Carrinho de mão
8	Prego
9	Pau de escora
10	Ripão
11	Tábua de azimbre

Fonte: Os autores

No método de produção do concreto convencional, o procedimento adotado foi no canteiro de obra usando uma betoneira para a produção. Como teste usou-se o método de ensaio *Slump Test* para definir a consistência do concreto no estado fresco, dessa forma atendendo os parâmetros definido na ABNT NBR 12655 – Laje pré fabricada – Requisitos parte 1: lajes unidirecionais, como: consistência, resistência, durabilidade, proteção das barras de aço, a formação do concreto e dos demais materiais que a compõe. O método construtivo da laje obedeceu às normas da ABNT e foi dividida em etapas.

#### 3.1.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS

##### A) PRIMEIRA ETAPA: ESCORAMENTO

Nesta etapa foram colocados os escoramentos e os materiais utilizados nesse processo foram: pau de escora, tábua de azimbre e ripão. A tábua de azimbre serviu como guia para o contraventamento e o ripão como material de espelho para a transferência das cargas construtivas. Foram colocados reforços para que o pau de escora não afundasse no chão e as escoras nessa etapa precisam estar bem firmes para que não cedessem durante a concretagem. A figura 1 apresenta a etapa de escoramento.

Figura 1 – Escoramento



Fonte: Os autores

## **B) SEGUNDA ETAPA: COLOCAÇÃO DAS VIGOTAS**

As vigotas treliçadas usada nesta obra são pré-fabricadas o que facilita e agiliza no canteiro de obra. As vigotas foram apoiadas nas vigas e as mesmas ficaram dispostas deixando o vão para receber os blocos de isopor. A distância entre as vigotas é igual á largura do preenchimento dos blocos pré-moldados com isopor, seu espaçamento foi de 30cm a 40cm. A figura 2 apresenta a colocação das treliças.

Figura 2 – Colocação das treliças



Fonte: Os autores

### C) TERCEIRA ETAPA: COLOCAÇÃO DO MATERIAL DE ENCHIMENTO E ARMADURA

Na etapa de colocação do material de enchimento, os blocos de EPS foram colocados no espaço entre cada vigota e nesse momento também foram colocados o sistema de energia elétrica. Após a instalação das vigotas, formou-se o pano de laje o qual recebeu a malha de aço CA-60  $\varnothing$  4,2 mm 15cm x 15cm para tornar a laje mais resistente e formar uma estrutura rígida juntamente ao concreto convencional. Na figura 3 está disposto o material de enchimento e a armadura.

Figura 3 – Material de enchimento e armadura



Fonte: Os autores

### D) QUARTA ETAPA: CONCRETAGEM

Antes da concretagem, o EPS que compõe a laje pré-moldada recebeu água em toda a sua estrutura a fim de retirar toda a impureza existente laje para poder lançar o concreto e este agregar sem interferências. Toda a estrutura recebeu o concreto convencional e o adensamento foi feito por meio de vibração para evitar os vazios. A concretagem foi feita sobre todo o conjunto das vigotas treliçadas e as malhas de aço, tendo como resultado final uma estrutura única. O tempo de preenchimento da laje pré-moldada com concreto convencional durou em média 6h30min. Na figura 4, observa-se a concretagem da laje.

Figura 4 – Concretagem



Fonte: Os autores

## E) QUINTA ETAPA: CURA DO CONCRETO

O método empregado na obra foi a lâmina de água, de forma a manter o concreto hidratado para evitar a evaporação da água do material concretado, evitando fissuras e outras avarias. Consistiu em manter uma lâmina de água sobre a superfície do concreto e a água manteve-se presa na laje devido a colocação de argamassa nas bordas prendendo a água na laje, periodicamente foram realizadas verificações de modo a manter a lâmina d'água. A retirada do escoramento foi feito em 21 dias, conforme previsto em norma.

### 3.2 LAJE PRÉ-MOLDADA COM CONCRETO AUTOADENSÁVEL

Na laje pré-moldada com concreto autoadensável, a mistura foi produzida na empresa contratada para fornecer o produto. Para garantir a qualidade do concreto, a empresa realizou o teste tendo como método de ensaio o *Flow Test*, que se refere ao espalhamento, onde foi analisada a classe de fluidez do material. Para melhor entendimento da etapa construtiva da laje pré-moldada com concreto autoadensável, o mesmo também foi dividido em etapas.

#### 3.2.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS

##### A) PRIMEIRA ETAPA: ESCORAMENTO

Nesta etapa foram realizadas as montagens das escoras de aço e estas foram reguladas pelo sistema de rosquear embutido na barra, tendo seu apoio o uso de perna manca. As escoras tiveram espaçamento de 1 metro e foram colocados reforços para que as escoras não afundassem no solo. Na figura 5 apresenta as escoras de aço.

Figura 5 – Escoras de aço



Fonte: Os autores

##### B) SEGUNDA ETAPA: COLOCAÇÃO DAS VIGOTAS

Nesta etapa foi colocado o material de enchimento do tipo EPS e os blocos foram disponibilizados nos vãos deixados entre as vigotas. Neste momento também foi realizado o sistema de energia e hidráulico. Após a instalação dos blocos, foi colocada a malha de aço CA-60  $\varnothing$  4,2 mm 15cm x 15cm, dando rigidez e resistência na estrutura da laje. Na figura 7 está disposto o material de enchimento.

Figura 6 – Colocação das Vigotas



Fonte: Os autores

### **C) TERCEIRA ETAPA: COLOCAÇÃO DO MATERIAL DE ENCHIMENTO**

Nesta etapa foi colocado o material de enchimento do tipo EPS e os blocos foram disponibilizados nos vãos deixados entre as vigotas. Neste momento também foi realizado o sistema de energia e hidráulico. Após a instalação dos blocos, foi colocada a malha de aço CA-60  $\varnothing$  4,2 mm 15cm x 15cm, dando rigidez e resistência na estrutura da laje. Na figura 7 está disposto o material de enchimento.

Figura 7 – Material de enchimento



Fonte: Os autores

#### **D) QUARTA ETAPA: CONCRETAGEM**

O processo de concretagem foi feito pela empresa contratada e nesta etapa foi utilizado o caminhão betoneira com concreto autoadensável vindo direto da concreteira. O concreto já chegou pronto pra o lançamento no local da obra. O lançamento do concreto foi feito o mais próximo possível da laje e o mais rápido após o amassamento. Não houve intervalos entre o final do amassamento e o lançamento, mas sempre mantendo o concreto sob agitação. A figura 8 mostra a concretagem feito pela empresa.

Figura 8 – Concretagem



Fonte: Os autores

#### **E) QUINTA ETAPA: CURA DO CONCRETO**

O método empregado na obra também foi o de lâmina de água e foi periodicamente foram feitas as verificações quanto ao nível de água. A retirada do escoramento foi feita em 21 dias.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste tópico é apresentado o quantitativo de materiais e o gasto com a mão de obra inserida em cada item do orçamento correspondente além do tempo gasto com o processo construtivo. Para a análise, avaliaram-se os seguintes quesitos: tempo, redução de mão de obra, produtividade e custo com materiais.

#### **4.1 CUSTOS**

Como o objetivo do trabalho é demonstrar qual a melhor opção de concreto a ser usado tendo em vista ao custo-benefício, todo material e a mão de obra foram tabelados para que assim se tenha o valor global de cada obra. Podem-se observar na tabela 2 os custos com o concreto convencional e na tabela 3 os custos com o concreto autoadensável.

Tabela 2 – Custo casa popular 01

Nº	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
01	Cimento	83kg	R\$ 28,00	R\$ 2.324,00
02	Areia	7m <sup>2</sup>	R\$ 54,29	R\$ 380,00
03	Seixo	7m <sup>2</sup>	R\$ 148,57	R\$ 1.040,00
04	Água	2,324 m <sup>3</sup>	R\$ 80,00	R\$ 80,00
05	Prego	5 kg	R\$ 9,50	R\$ 47,50
06	Pau de escora	3 dz	R\$ 160,00	R\$ 480,00
07	Tábua de azimbre	2 dz	R\$ 180,00	R\$ 360,00
08	Mão de obra de concretagem	12 pessoas	R\$ 83,33	R\$ 1.000,00
09	Betoneira	01	R\$ 150,00	R\$ 150,00
10	Balde	06	R\$ 5,00	R\$ 30,00
11	Carrinho de mão	02	R\$ 45,00	R\$ 90,00
12	Bombeamento vibrador	01	R\$ 80,00	R\$ 80,00
13	Laje pré-moldada (Vigotas, Isopor, Tela de ferro e conduites)	87m <sup>2</sup>	R\$ 32,00	R\$ 2.784,00
TOTAL				R\$ 8.845,50

Fonte: Os autores

Tabela 3 – Custo casa popular 02

Nº	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
01	Concreto de autoadensável	10,7m <sup>3</sup>	R\$ 480,00	R\$ 5.126,40
02	Mão de obra de concretagem	4 pessoas	R\$ 210,00	R\$ 840,00
03	Laje pré-moldada (Vigotas, Isopor, Tela de ferro, conduites, escoramento e toda mão de obra de montagem)	89 m <sup>2</sup>	R\$ 53,95	R\$ 4.643,65
TOTAL				R\$ 10.610,05

Fonte: Os autores

Conforme observado na tabela 2, os gastos com os insumos (cimento, areia, seixo e água) para a produção do concreto convencional obteve-se o valor de R\$3.824,00. Para o valor da laje com concreto autoadensável observado na tabela 3, obteve-se R\$ 5.126,40. Neste sentido, identificou-se que o valor do concreto autoadensável tem uma diferença de aproximadamente 25,4% quando comparado ao do concreto convencional. Esta diferença pode estar relacionada ao uso do superplastificante utilizado na mistura deste tipo de concreto. Tal acréscimo é citada por autores como Tutikian e Dal Molin (2008) e Franco (2013).

No item de número 08 (mão de obra) da tabela 2, observou-se que para o concreto convencional o quantitativo de pessoas envolvidas foram 12 e já na tabela 3 no item 02 (mão de obra) esse número teve uma grande redução de 66,67%, sendo apenas de 4 pessoas. Mesmo o valor unitário sendo de R\$ 83,33 gastos com mão de obra descrito na tabela 2 com concreto convencional ser mais barato em relação ao valor unitário de R\$ 210,00 gasto com mão de obra do concreto autoadensável descrito na

tabela 3, ao final apresentou uma ligeira vantagem no custo final do item, pois o concreto convencional teve seu custo de R\$ 1.000,00 e o autoadensável de R\$ 840,00, tendo como diferença o valor de R\$ 160,00, o que representa 16% do valor final. É válido ressaltar que mesmo o concreto autoadensável requerer mão de obra especializada, este ainda apresentou valor de mão de obra menor quando comparado ao convencional.

Nos itens de 06, 07, 09, 10, 11, 12 e 13 (pau de escora, tábua de azimbre, betoneira, balde, carrinho de mão, vibrador, laje pré-moldada) da tabela 2 obteve-se o valor de R\$ 3.974,00, na tabela 3 no item 03 (laje pré-moldada) teve-se o valor de R\$ 4.643,65, tendo como diferença o valor de R\$ 669,65, dando vantagens aos itens gastos com o concreto convencional.

Diante das observações realizadas nas tabelas com os gastos referentes ao concreto convencional e o concreto autoadensável mostrando os itens e seus valores, chegou-se ao valor global da obra. A tabela 2 que apresenta os dados referentes ao concreto convencional teve um valor total de R\$ 8.845,50 e a tabela 3 que apresenta os dados do concreto autoadensável teve seu valor total de R\$ 10.610,05, a diferença do valor final comparando as duas lajes com diferentes materiais foi de R\$1.764,55. O quadro 2 apresenta o tempo gasto na concretagem da laje de cada residência.

Quadro 2 – Tempo médio gasto

NNº	Descrição	Tipo de concreto	Hora
01	Residência popular 01	Concreto convencional	6h30min
02	Residência popular 02	Concreto autoadensável	3h20min

Fonte: Os autores

No quadro 2, pode-se observar o tempo gasto na concretagem referente ao concreto convencional e ao concreto autoadensável. Quando comparados, o concreto autoadensável levou vantagem em relação ao tempo do concreto convencional, com uma diferença de 3h10min. Além disso, a razão unitária de produção (RUP) do concreto autoadensável alcançou 1,24 H.h/m<sup>3</sup>, enquanto o concreto convencional atingiu 7,47 H.h/m<sup>3</sup>, ou seja, o concreto autoadensável mostrou-se que é mais de 84% eficiente em tempo concretagem que o concreto convencional.

Apesar de apresentar algumas vantagens quando comparado ao concreto convencional, o concreto autoadensável ficou 25,41% mais oneroso. Ressalta-se que o uso deste material pode apresentar maiores vantagens quando relacionados ao valor final em obras de grande porte, pois como observado nos itens de mão de obra e RUP apresenta resultados superiores. Neste sentido, observa-se que para obras de casas populares o uso de concreto autoadensável para a produção de apenas uma unidade habitacional, é economicamente inviável.

## 5 CONCLUSÃO

Após observação dos resultados obtidos, foi possível notar os valores de cada obra em relação ao tipo de concreto usado no processo construtivo de laje pré-moldada. A viabilidade econômica se deu por meio dos comparativos dos custos dos itens e do valor global entre o concreto autoadensável e o concreto convencional.

Os gastos com insumos na produção do concreto convencional foram inferiores ao concreto autoadensável, tendo uma diferença de R\$ 1.302,40, que equivale a 25,4% a menos que o concreto autoadensável, sendo que o concreto convencional teve sua

produção *in loco* no canteiro de obra e o concreto autoadensável veio de empresa contratada.

Ao observar o quantitativo de mão de obra, o concreto autoadensável teve uma redução expressiva de 8 pessoas em relação ao concreto convencional, sendo 66,67% a menos de mão de obra e isso refletiu no valor total do seu custo. A quantidade de equipamentos e ferramentas usados na concretagem com o concreto convencional foi de 14,64% menor que a utilização na concretagem com o autoadensável. O tempo gasto na concretagem com o autoadensável foi de 48,72% em relação ao tempo gasto com o concreto convencional, ou seja, com o concreto autoadensável concretiza-se mais rápido do que outro material.

Conclui-se por fim que apesar de apresentar vantagens, o concreto autoadensável ficou 25,41% mais oneroso que o concreto convencional, ficando inviável economicamente para construção de casa popular observada neste estudo, sendo então indicado para esse tipo de construção o concreto convencional.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 12655 **Laje pré-fabricada - Requisitos Parte 1: Lajes unidirecionais**, Rio de Janeiro, 2002.

BASTOS, P. S. S. **Notas de Aula – Estruturas de Concreto I**. São Paulo: UNESP, 2014. Disponível em: <https://engcivil20142.wordpress.com/2017/08/28/concreto-armado-1-apostila-prof-bastos/>. Acesso em: 13 de nov. de 2020.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118: 2014. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FRANCO, L. S. et al. O uso de pré-moldados em alvenaria estrutural. **Concreto & Construções**, v. 41, n. 72, p. 46-52, 2013. Disponível em: [http://www.ibracon.org.br/Publicacoes/Revistas\\_Ibracon/Rev\\_Construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_72.pdf](http://www.ibracon.org.br/Publicacoes/Revistas_Ibracon/Rev_Construcao/pdf/Revista_Concreto_72.pdf). Acesso em: 14 de nov. de 2020.

FUSCO, P. B. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1995.

FUSCO, P. B. **Tecnologia do concreto estrutural: tópicos aplicados**. São Paulo: Pini, 2008.

GAGLIARDO, D. P.; TAKEDA, R. A. **Engenharia Civil: estudos e aplicações**, volume 1, – Joinville, SC: Clube de autores, 2015.

LIMA, S. F.; DA SILVA, J. S.; DA SILVA, E. K. S. PRINCIPAIS TIPOS DE LAJES NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 1, p. 55, 2018.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto [recurso eletrônico]** - 5. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2016.

SANTOS, R. F. C.; CASTRO, A.; GONÇALVES, K. M. **Produção de concreto autoadensável incorporado com resíduo da indústria de cerâmica vermelha**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, 2018.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto autoadensável**. São Paulo: Pini, 2008.

# Capítulo 7

## *Painéis fotovoltaicos: Análise de viabilidade econômica na implantação de sistema fotovoltaico em condomínio*

*José Américo Almeida de Oliveira Filho*

*Eduardo Pereira dos Santos*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo :** Em nossos dias a produção de energia tem crescido de uma forma exponencial, com o avanço da tecnologia o mercado de módulos fotovoltaicos tem melhorado cada vez mais e fornecendo melhorias na captação de energia solar, essa alternativa é capaz de proporcionar uma energia limpa e sustentável sem afetar o meio em que esta agregada. Essa tecnologia permite vários ramos de alternativas possíveis de como conseguir energia através de suas placas de cristal policristalino e monocristalino, hoje as placas que possuem algum desses cristais tem outros elementos que ajudam a melhorar a geração de energia. Para implementar uma instalação de módulo solares é fundamental uma visita técnica ao local desejado, para realizar estudos e cálculos onde permanecerá os módulos, dependendo da necessidade o caminho para a instalação dos equipamentos deve estar seguro e bem instalado pois alguns materiais estão prontos e necessitam de boas instalações. Depois de concluída a aparelhagem dos equipamentos nota-se diferença na conta de energia, durante a manhã o sistema de módulos está funcionando, e durante a noite a energia fornecida pela concessionária será acionada, com esse equilíbrio em perfeito estado o valor na conta de energia tende a cair trazendo outros investimentos possíveis logo na primeira instalação.

**Palavras – chave:** Energia Solar, Módulo Fotovoltaico, Tecnologia

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por fontes de energia renováveis é um dos grandes desafios enfrentados pela humanidade nos últimos anos e vem ganhando mais importância com a intensificação do efeito estufa. Uma das formas mais promissoras de contornar esse problema é aproveitar a energia fornecida pelo sol, fonte limpa e gratuita de energia. (GIACOMAZZI, 2018.)

Atualmente, existe duas formas de gerar energia elétrica a partir dos raios solares, conhecidas como fotovoltaica e heliotérmica. A heliotérmica utiliza espelhos e lentes para concentrar os raios solares em um ponto específico, aquecendo uma solução que gera vapor e aciona uma turbina que é utilizada para produzir eletricidade. Já a fotovoltaica consiste na geração de energia elétrica por meio de materiais semicondutores que apresentam o efeito fotovoltaico. Esse fenômeno químico/físico pode ser definido como a formação de tensão elétrica ou corrente em um material que é exposto à luz. (GIACOMAZZI, 2018.)

Os avanços tecnológicos recentes na área de semicondutores e o aumento da produção de células solares ajudaram a diminuir o preço de sistemas fotovoltaicos (FVs). A diminuição dos preços é um dos principais fatores que impulsionam o crescimento do mercado fotovoltaico. Em 2015, a produção chegou à marca de 230 GW, mais de quarenta vezes a produção de 2006 (SCHMELA, 2016). As projeções apontam até 700 GW de potência instalada em 2020. (GIACOMAZZI, 2018.)

A utilização de sistemas fotovoltaicos pode ser considerada uma ótima opção para geradores pontuais de energia elétrica, em residências, áreas isoladas, indústrias, hospitais, universidades ou qualquer estabelecimento que opte por uma diminuição, tanto de sua dependência da rede elétrica externa como dos custos da energia elétrica consumida no local. (BLASZCZAK, 2017.)

A justificativa do artigo se baseia na constante necessidade por novas tecnologias dentro da produção energética no país, a fim de suprir ou auxiliar o consumo energético convencional já amplamente consumido.

O objetivo principal deste artigo é analisar a viabilidade econômica dos painéis fotovoltaicos com ênfase na implantação em condomínios, assim elaborando uma proposta alternativa sustentável de geração de energia a fim de dar uma eventual auto-suficiência ao condomínio principalmente em áreas comuns de pouco uso energético.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico foi descrito pela primeira vez no ano de 1839 pelo físico francês Edmond Becquerel, ao relatar as propriedades do selênio, que produzia uma corrente elétrica quando exposto a radiação. Mais tarde, em 1877, W. G. Adams e R. E. Day, utilizaram as propriedades fotocondutoras do selênio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz. Em 1883 Charles Fritts construiu a primeira célula fotovoltaica em estado sólido. Ele revestiu o semicondutor selênio com uma fina camada de ouro para formar as junções. A célula fotovoltaica de Charles tinha apenas 1% de eficiência. (BLASZCZAK, 2017.)

Segundo Kemerich (2016) a energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores. Esse fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico. (SILVA, 2019.)

Existem diversos tipos de materiais semicondutores utilizados na confecção de células fotovoltaicas, cada um com suas características individuais. O semicondutor mais

utilizado atualmente é o silício. O silício, de acordo com seu processo de fabricação, pode ser monocristalino, policristalino ou amorfo. (PASSOS,2017.)

## 2.2 CÉLULAS DE SILÍCIO MONOCRISTALINO

Estas células são obtidas a partir de barras cilíndricas de silício monocristalino (cristal uniforme e único, com estrutura homogênea) produzidas em fornos especiais. As barras são cortadas em forma de pastilhas finas com, aproximadamente, 0,3 mm de espessura. A sua eficiência na conversão da luz solar em eletricidade varia de 15% a 19%. Estão entre as mais eficientes e também as mais caras no mercado devido ao seu processo de fabricação e alto teor de pureza do silício. (PASSOS, 2017.)

Figura 1 – Placa Fotovoltaica Modulo 350WP



Fonte: Canadian Solar Inc.

Na figura 1 temos um exemplo de placa fotovoltaica monocristalina, a tecnologia dessa placa é considerada a mais antiga, porém as novas placas possuem captações de energia distintas, o modelo Half cell possui 2 placas em 1 módulo, caso o rendimento diminua em uma das placas do módulo, a produção não sofrerá uma grande queda no rendimento, sua eficiência chega em torno de 15 à 22% ainda possuindo uma vida útil superior a 30 anos.

## 2.3 APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

De acordo com *et al* Passos (2017) a aplicação de um sistema fotovoltaico é dividida em dois grupos básicos sendo eles: sistemas autônomos e sistemas conectados à rede elétrica.

### 2.4 SISTEMA AUTÔNOMOS

Os sistemas autônomos são divididos em: sistemas autônomos isolados e sistemas autônomos híbridos.

Os sistemas autônomos isolados consistem em sistemas puramente fotovoltaicos, não conectados à rede elétrica de distribuição. Estes podem ser configurados de diversas formas, de acordo com cada aplicação (com ou sem acumulador, com carga de corrente alternada, com carga de corrente contínua ou até mesmo as duas num único sistema). (PASSOS, 2017.) De acordo com o mesmo, Passos (2017) são sistemas autônomos

híbridos aqueles isolados da rede elétrica que se utilizam de mais de uma forma de geração de energia, como por exemplo, sistemas hídricos, eólicos e fotovoltaicos.

## 2.5 SISTEMAS CONECTADOS À REDE

De acordo com *et al* Pinho e Galdino (2014). Os (SFCR) Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede não se utilizam de coletores, pois seu sistema está inteiramente ligado à rede elétrica convencional, sendo assim o consumo de energia elétrica pode ser feito pela própria rede as demais conectadas ao sistema. Sendo tal método utilizado como complemento ao sistema elétrico convencional utilizado.

## 2.6 CENÁRIO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

De acordo com CINTRA JÚNIOR (2018) o Brasil apresenta um satisfatório índice de radiação solar, principalmente quando se considera as altas temperaturas no nordeste do país, na região do seminário encontra-se os índices mais promissores, com valores entre 1.752 até 2.190 kWh/m<sup>2</sup> por ano de radiação incidente, esse fato dá ao Brasil uma vantagem quando comparado aos países industrializados no que diz respeito a aplicação de energia fotovoltaica.

Na região amazônica, onde somente 3% da população dispõe de energia elétrica, sistemas FV poderiam ser largamente implementados, devido à considerável distribuição de radiação solar e à pequena variação sazonal. (COSTA BETTIOL, 2017.)

## 3. METODOLOGIA

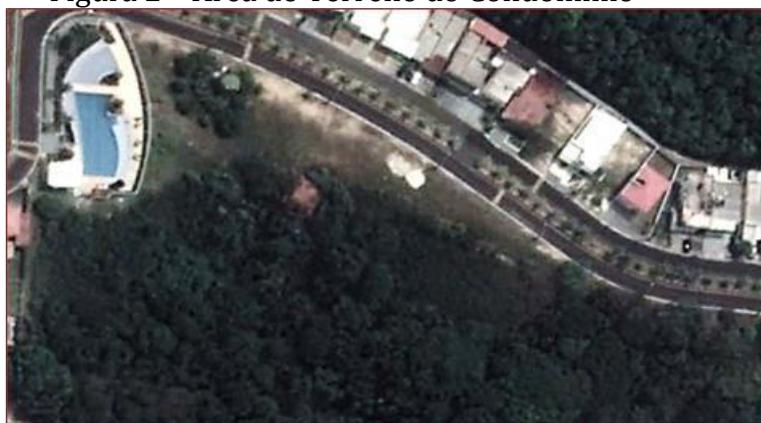
Para se adquirir dados seguros e confiáveis com questionamento prático, esse artigo utilizou o modo de Pesquisa Bibliográfica e Pesquisa de Campo.

A pesquisa bibliográfica é um mecanismo unicamente teórico, concebida como a junção ou reunião de trabalhos acadêmicos e publicações científicas apropriados a formação de projetos, planilha orçamentária e cronograma de obra, a primeira parte é essencial porque toda a base teórica para a compreensão do uso de dados e sua padronização deriva disto. Entende-se pesquisa de campo como estudo de caso e visita técnica ao local, este lugar de estudo se aplica a um condomínio residencial que se encontra na Av. Torquato Tapajós com Latitude -3.01066 e Longitude -60.2762, uma visita técnica ao local foi realizada para levantar dados precisos do condomínio em questão, esta pesquisa científica consiste em oferecer uma possível alternativa em economizar energia, os dados obtidos durante a pesquisa foram bastante surpreendentes em relação a energia.

Para Severino (2002, p.145) a temática deve ser realmente um Conjunto de problemas vivenciada pelo observador, em panorama de seu relacionamento com o universo que o cerca. A definição de um tema de pesquisa, bem como a sua realização, inevitavelmente é um ato político.

Levantamento de dados fotovoltaicos foram realizados e tem se mostrado uma ótima opção em economizar energia, nosso trabalho é mostrar como esse projeto será realizado em uma área existente no condomínio, conforme mostra a Figura 2 esse local se mostra bastante promissor e pode adequar os módulos.

Figura 2 – Área do Terreno do Condomínio



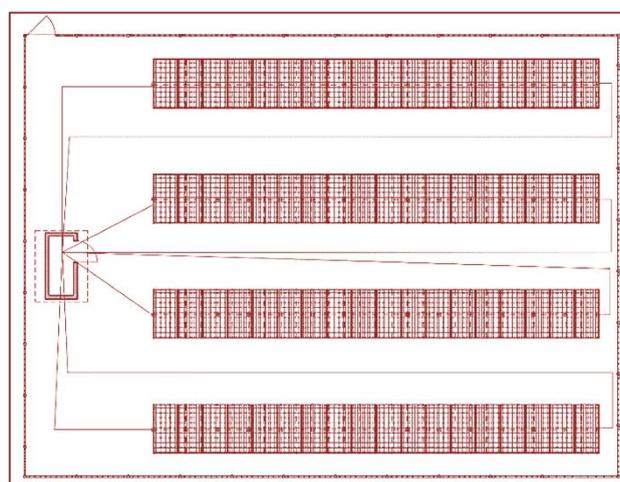
Fonte: Google Earth Pro, 2020

Os Painéis tem várias potencias dependendo da necessidade, por isso foi escolhido o painel da marca KuMax SUPER HIGH EFFICIENCY POLY MODULE CS3U – 350P, esse painel atente muito bem as necessidades do condomínio. Sua garantia é de 10 anos pelo fabricante, com avaliação do Inmetro e eficiência energética A.

Cada modulo fotovoltaico on-grid tem o peso aproximadamente de 22,6 kg. Esse local escolhido fica próximo da piscina onde existem bombas que geram um custo elevado na conta do condomínio que por sua vez causa um consumo extra em kWh, os módulos podem suprir tamanha necessidade existente pois são projetados para facilitar uma energia alternativa.

Sua área é de fácil acesso e tem aproximadamente 900m<sup>2</sup>, esse valor comporta um grande número de painéis com várias String em série que é uma forma de ligação muito utilizada do sistema On-Grid, a forma de apresentar um projeto com os módulos fotovoltaicos, Figura 3, precisa ser necessariamente de fácil entendimento para a realização do mesmo.

Figura 3 – Projeto dos Módulos Fotovoltaicos



Fonte: Autoria própria, 2020

A escolha dos painéis foi de acordo com a necessidade exigida, o projeto em questão tem 4 Strings com 18 módulos e sua capacidade de fornecer energia se mostra promissor, podendo receber mais módulos futuramente. Na Tabela 1 é mostrado alguns passos que foram utilizados para o levantamento de informações necessárias para a realização do projeto.

Tabela 1: Passos do Projeto

1° Passo	Visitar Local
2° Passo	Ver necessidade
3° Passo	Viabilizar Sistema On-Grid
4° Passo	Cálculos necessários
5° Passo	Dimensionar Materiais
6° Passo	Realizar Projeto
7° Passo	Apresentar Proposta

Fonte: Autoria própria, 2020

Esses passos foram fundamentais para a realização da proposta apresentada ao condomínio, tais informações obtidas através de estudos e documentos se mostraram promissores, segundo a Tabela 1, uma visita ao local de uma futura instalação é imprescindível, segundo Pinho Galdino a melhor maneira de realizar um dimensionamento é seguir a orientação do fabricante, com esse pensamento a verificação do local deve ser realizada minuciosamente.

Do 3° passo ao 6° as informações são cuidadosamente verificadas a todo instante visto que um erro pode gerar consequências agravantes, o material já vem pronto para a instalação, se houver algum erro em potencial pode acontecer na hora da instalação.

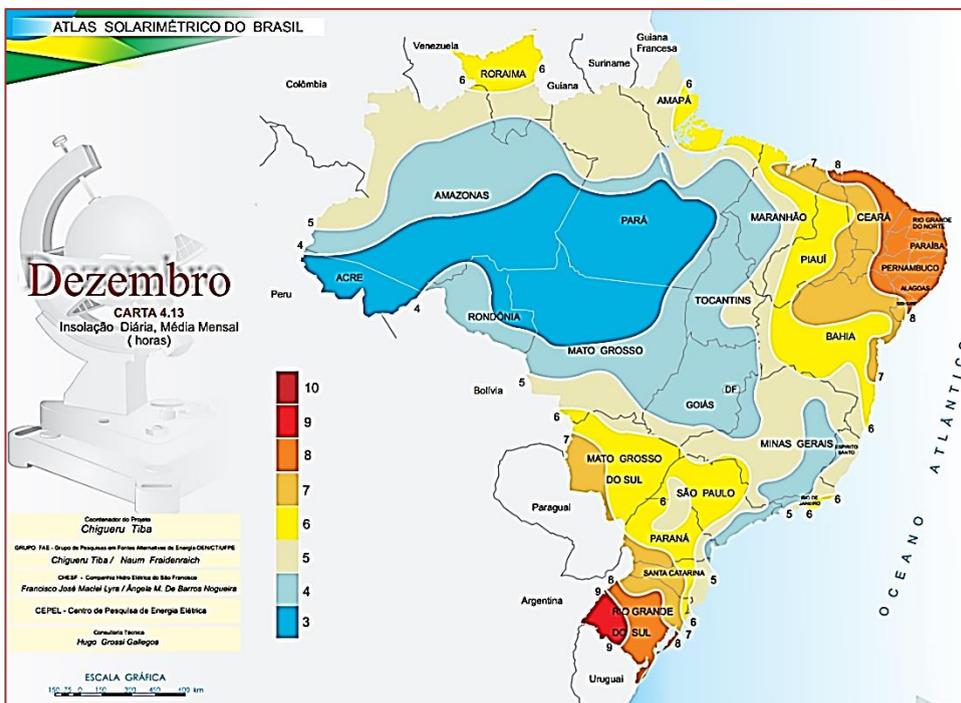
Com o dimensionamento dos materiais no 5° passo da Tabela 1, para receber a energia dos painéis foi pensado em uma String Box que possa suportar tamanha carga, dentro da caixa tem alguns elementos que são fundamentais para dar continuidade a ligação, são eles: Fusíveis, DPS, Disjuntores ou Chave Seccionadora. Essa energia que vem dos painéis até a String Box está em DC (Corrente contínua), durante a continuidade do sistema torna-se em AC (Corrente Alternada) que será usada no sistema em questão.

Com esses dados obtidos e comparados a arquivos existentes, é possível notar uma necessidade de um sistema que forneça energia alternativa para gerar uma economia significativa durante a vida útil do condomínio, dados mais precisos foram obtidos e calculados contendo consumos em kWh e valores para adquirir um sistema com módulos fotovoltaicos on-grid.

#### 4. RESULTADOS

A potência dos Módulos Solares em todo o Brasil depende muito da localidade em que se encontra, pois, a radiação solar é diferente em muitos lugares, como na região Nordeste onde a incidência solar chega a níveis mais elevados de radiação. Por isso existe o Mapa Solarimétrico onde se encontra a incidência solar de todas as regiões, como foi colocado no início sobre os módulos dependerem da região em que estão, sua potência em kWh está inteiramente associada a essa região.

Figura 4 – Mapa Solarimétrico do Brasil



Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil, 2020

Entretanto esses dados mudam constantemente uma vez em que a Terra tem seus movimentos de Rotação e Translação. No período de inverno a quantidade de energia captada tende a diminuir, dessa forma os dias ficam mais curtos e as noites mais longas causando assim uma queda em kWh produzida pelos módulos, com esses dados obtidos podemos calcular no projeto a máxima captação de kWh que os módulos fotovoltaicos podem receber, por isso são feitos alguns cálculos com base nas informações recebidas do datasheet do módulo fotovoltaico de 350WP. Logo abaixo temos a Tabela 2 com o resultado desses cálculos.

Tabela 2 – Cálculos Realizado

Formula	Módulo	Dia	Wp	W	Kwh
F1	1	1	350	-	1400
F2	1	1	80%	1400	1,12
F3	1	30	-	1.120	33,6
F4	72	30	-	33.600	2.419,20

Fonte: Autoria própria, 2020

De acordo com a F1 na Tabela 2, o valor que um módulo fotovoltaico de 350WP terá que produzir é de 1400 kWh, o valor encontrado recebe uma queda de 20% na sua produção por condições adversas causadas por sombra, clima ruim ou alguma conexão errada. Nas formulas F2 e F3 a intenção é ver a capacidade em kWh que apenas 1 painel pode produzir por dia e por mês.

Esse valor obtido é uma média sem interferência dos fatores que podem diminuir a produção dos módulos fotovoltaicos, por isso são realizados os cálculos antes da instalação para dimensionar os equipamentos necessários para consumo diário do sistema on-grid. A instalação desse sistema irá atender as necessidades do condomínio residencial e ainda terá créditos na concessionaria através do novo medidor Bidirecional com a finalidade de medir a energia ativa injetada na rede e a energia ativa consumida

da rede, uma média de consumo em kWh foi feita no condomínio, os dados que constam na F4 da Tabela 2 mostram uma captação dos módulos em kWh, essa energia gerada pelos módulos fotovoltaicos serão suficientes para gerar uma economia e ter um retorno prévio.

Com essas informações que obtemos podemos procurar os materiais necessários para executar o projeto, começando pela String box, que deve ter uma capacidade excelente com material isolante caso algum problema com curto circuito aconteça, por isso foi escolhida duas caixas muito resistente da mesma marca que mantem isolados os cabos que levam até o inversor, as caixas são da marca Onesto com modelo WDB9DS2-1000, sua capacidade é de 25 A e 1000 DC. Logo depois vem o Inversor, Figura 10, sua escolha foi bastante eficaz e suporta todas essas potências, Com tecnologia de ponta, o Inversor Solar On Grid Trifásico do fabricante SAJ, há mais de 15 anos no mercado mundial e está entre os 10 mais vendidos pelas indústrias de Inversores na Ásia, modelo SUNTRIO PLUS 25 KVA.

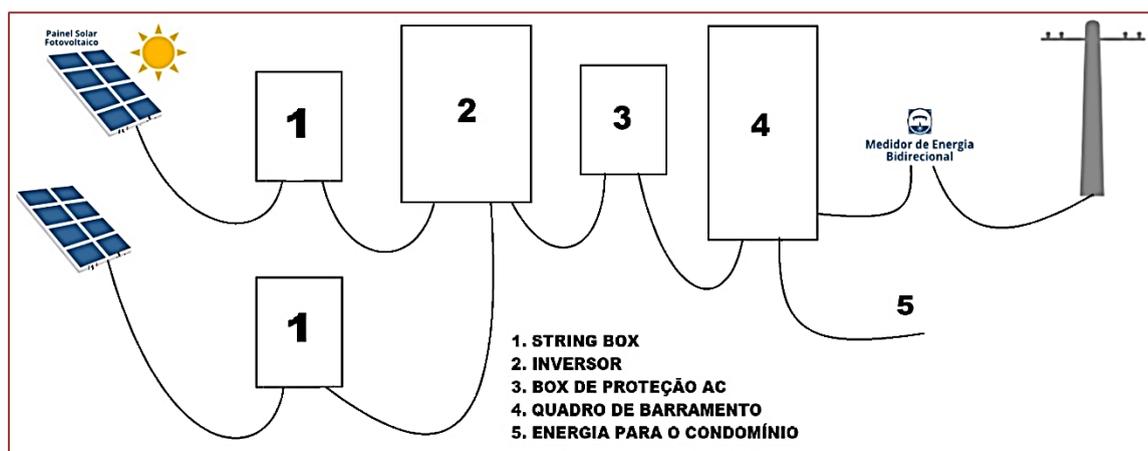
#### 4.1 VIABILIDADE ECONÔMICA

O Brasil tem um valor de kWh mais caro do mundo podendo chegar até 1,35 por kWh em horário de pico, o valor convencional que é cobrado na região de cidade de Manaus é de 0,693. Em específico a Região Norte do país paga uma tarifa mais elevada do Brasil, para se obter um sistema on-grid não é tão difícil pois pode ser feito um plano ou financiamento para cada cliente.

Seu custo de garantia é de 10 anos pelo fabricante e sua vida útil ultrapassa os 25 anos, esse mercado tem se destacado bastante e a cada dia conquista seu espaço. Um kit pronto para a instalação custa em média R\$: 5.000,00 reais, porém para um condomínio residencial foi calculado uma média de 100 mil que será distribuído em contas mensais com o novo plano de financiamento. O valor em média de consumo em kWh condomínio é de 17 mil, com um pagamento muito alto e nem sempre é fixo o valor cobrado, pois existe algumas bombas de água que consomem bastante energia quando estão ligadas nos dias recreativos, feriados e fins de semana.

O valor de geração dos módulos afetará a conta de energia, e poderá haver uma diferença nas próximas contas da mesma, uma vez que pela manhã será utilizada o sistema on-grid, durante a noite será energia fornecida pela concessionária. um esquema logo abaixo na Figura 5 será mostrado de como essa instalação será realizada.

Figura 5 –Projeto de Ligação On-Grid



Esse esquema representa a instalação do projeto desse Artigo, uma instalação on-grid de qualidade, com esse caminho na instalação o sistema fica mais protegido e seguro tornando-o mais apropriado, na Figura 4 todos esses componentes ajudam a converter corrente contínua em corrente alternada, quem realiza essa transformação é o inversor, com sua capacidade de receber a DC (corrente contínua) de tamanha potência, transformando-a em AC (corrente alternada).

Um esquema assim fica de fácil a compreensão para analisar melhor o caminho de um projeto na hora da instalação, depois de introduzido esse sistema o retorno econômico é notado na 1º parcela da conta de energia, um sistema assim garante energia de qualidade e sustentável durante muitos anos.

## 5. CONCLUSÃO

Este Artigo apresentou uma alternativa sustentável em energia, com sua tecnologia no mercado novos meios de extrair algo da natureza cresce a todo momento, a previsão é que até 2050 todos possam ter energia fotovoltaica em suas residências. Essa realidade cada dia chega mais perto de se concretizar, alguns países estão levando isso a sério, na Europa a Alemanha é um dos maiores produtores dessa tecnologia, em seguida vem a China com milhares de painéis em seu país.

O Brasil ainda está se desenvolvendo nesse mercado mundial, a cada ano cresce sua produção em GW, no último ano a produção chegou a 8,5 GW isso mostra como essa forma de energia alternativa é promissora.

Por meio das informações apresentadas neste artigo, é possível verificar a expansão da energia solar fotovoltaica, que se deve ao reconhecimento e busca por fontes de energia cada vez mais sustentáveis e que não poluem o meio ambiente.

Com a localização geográfica do Brasil, o país possui um grande potencial para geração de energia solar, mas por falta de aplicações e incentivos governamentais, o Brasil não tem aproveitado esse potencial, existem vários obstáculos que limitam o seu crescimento, impedem a sua ocorrência e dificultam. Ele cresce quando acelera. Contudo, está claro que o mercado brasileiro de energia fotovoltaica precisa crescer e o setor tem um futuro brilhante. O Brasil espera isso porque há muito tempo desfruta do sol em várias regiões. No entanto, para fazer da energia fotovoltaica a base energética, ainda é necessário realizar ações coordenadas para incentivar e informar as partes interessadas sobre os privilégios ambientais e econômicos para alcançar um desenvolvimento ordenado.

## REFERÊNCIAS

ALDABÓ, R. Energia solar. São Paulo: Artiber, 2002. 155p

BIONE, J.; VILELA, O. C.; FRAIDENRAICH, N. Comparison of the performance of PV water pumping systems driven by fixed, tracking and V-through generators. *Solar Energy*, London, v. 76, n. 6 p. 703-711, 2004.

BLASZCZAK, VINÍCIUS. Análise de eficiência de painel fotovoltaico com sistema tracker seguidor solar: Universidade Federal da Fronteira do Sul – Campus Erechim, 2017.

CINTRA JÚNIOR, Anizio; SOUZA, Igor de Menezes. Células fotovoltaicas: O futuro da energia alternativa. TCC, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia–FACEG, Goianésia, GO, 43p. 2018.

COSTA BETTIOL, Israel. Proposta de um mecanismo de giro para sistemas de captação de energia solar através de placas fotovoltaicas. Universidade de Caxias do Sul, Trabalho de conclusão da disciplina de Estágio II, 2017.

DE LIMA, L. C.; VEZIROGLU, T. N. Long-term environmental and sócio-economic impact of a hydrogen energy program in Brazil. *International Journal of Hydrogen Energy*, London, v. 26, n. 1, p. 39-45, 2001

FRAIDENRAICH, N.; VILELA, O.C. Performance of solar systems with non-linear behavior calculated by the utilizability method: application to PV solar pumps. *Solar Energy*, London, v. 69, n. 2, p. 131-137, 2000.

GIACOMAZZI & MEZADRE, viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. Texto para discussão, IPEA, Rio de Janeiro, 2018.

SCHMELA, M. Global Market outlook for solarpower: 2016-2020. Brussels: SolarPower Europe, 2016.

GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Manual de engenharia para sisteas fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CRESESB, 1999. 204 p.

KEMERICH, P. D. C., Flores, C. E. B., Borba, W. F., Silveira, R. B., França, J. R.,

LEVANDOSKI, N. (2016) "Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo", Artigo científico, in: *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*, v.20, n. 1, jan.-abr, p. 241-247 *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM* ISSN: 22361170.

PASSOS, dos David, Fredimar Otto, Leilson Lima Maciel de Castro, Marco Antônio Roncada, Rodrigo Hoepers, Julia Grasiela Busarello Wolf1. *Eficiência Energética em Placas Fotovoltaicas (PROJETO SEGUE O SOL)* Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – no 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC, 2017.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. Porto: Publindústria, 2011.

PINHO, J.; GALDINO, M.; Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos. Edição Revista e Atualizada. Rio de Janeiro: CEPTEL — CRESESB, 2014. P 50 – 450

RUTHER, R. – Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligadas a rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis, SC: Labsolar, 2004.

SCHUCH, L. et al. Sistemas Autônomo de Iluminação Pública de Alta Eficiência Baseado em Energia Solar e Leds. *Eletrôn Potên. Campinas*, vol. 16, n. 1, p.17-27, fev. 2011.

SEVERINO, M.& OLIVEIRA, M. Fontes e Tecnologias de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas. *Energia, Economia, Rotas Tecnológicas: textos selecionados*, Palmas, ano 1, p. 265-322, 2010.

SILVA, Souza Luzilene 1, Ronaldo Furtado de Assunção<sup>2</sup>, Demetrius Clemente da Rocha Sobrinho 3, Ericka da Silva Freitas 4, Welton Raiol de Assunção 5. Avaliação de Custo Benefício da Utilização de Energia Fotovoltaica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (UFPA) - Belém - PA- Brasil, 2019.

SOLAR ENERGY INTERNATIONAL. Photovoltaics Design and Installation Manual. Canadá: New Society Publishers, 2004.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações. São Paulo: Erica, 2012.

WENHAM, S. R. et al. Applied photovoltaics. 2 ed. Australia: Centre for Photovoltaic Engineering of UNSW, 2009

# Capítulo 8

## *Aplicação de medidas estruturais sustentáveis na drenagem superficial nas ruas Wilson de Castro e professor Samuel Benchimol, no bairro Parque 10 de Novembro (Manaus/AM)*

*Fernando Amaral Braga Corrêa*

*Ivan Batista de Oliveira*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O desenvolvimento das metrópoles e a ausência da planificação urbana acarretaram em demasiada impermeabilização das bacias, tornando os rios urbanos canalizados e concretados, gerando enchentes em vários pontos de drenagem. Inserido na temática drenagem urbana e aliada aos métodos alternativos para controle de alagamento, este trabalho objetivou abordar as possibilidades de controle de deflúvios, através de métodos alternativos de drenagem a fim de prevenir e evitar alagamentos nas ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro, em Manaus-AM. Primeiramente houve a realização de um estudo hidrológico e urbanístico, identificando todas as variáveis pertinentes, para a elaboração do dimensionamento de pavimento permeável e trincheira de infiltração. A partir do levantamento das variáveis hidrológicas, dimensionaram-se os dispositivos de drenagem com o intuito de verificar os volumes de água escoados que aportariam, infiltrariam e sairiam dos mesmos. Os resultados encontrados mostram que o pavimento permeável retém cerca de 88,13% do volume de água que aportaria neste dispositivo, enquanto que a trincheira de infiltração detém aproximadamente 22,57% do volume de água precipitado. Sendo assim, nota-se que dispositivos de controle de desenvolvimento de baixo impacto podem ajudar significativamente na redução dos problemas de alagamentos decorrentes de sobrecarga de redes de microdrenagem em áreas urbanizadas.

**Palavras-chave:** Drenagem urbana, pavimento permeável, trincheira de infiltração.

## 1. INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo de desenvolvimento econômico e social, resultado da transformação de uma economia rural para uma economia de serviços concentrada em áreas urbanas (TUCCI, 2010). O desenvolvimento urbano brasileiro está centralizado em Regiões Metropolitanas na capital dos estados e cidades pólos regionais. Os efeitos desse processo impactam diretamente sobre o aparelhamento urbano relativo a recursos hídricos e tem produzido aumento considerável na ocorrência de inundações, produção de sedimentos e deterioração da qualidade da água.

Desde o século passado, o município de Manaus teve seu processo de urbanização iniciado com o período da borracha, passando a se desenvolver mais com a implantação da Zona Franca de Manaus em 1967 (CARVALHO, 2017). A implantação desse grande projeto incentivou a chegada de imigrantes, que seriam mão de obra para as indústrias daquela área, acelerando o processo de urbanização. Em 2000, o IBGE destacou que Manaus foi a cidade que mais expandiu das 13 cidades brasileiras com mais de 1 milhão de habitantes e em 2010, conforme o último censo, o município possuía cerca de 99,49% dos residentes na zona urbana.

Por conta desse crescimento acelerado, a cidade sofreu grandes alterações nas estruturas de seus igarapés. Das quatro grandes bacias hidrográficas existentes, a do São Raimundo, Educandos e Puraquequara estão com os principais tributários alterados devido às influências antrópicas, seja de origem doméstica ou industrial (SEMMAS, 2008).

O município de Manaus é geralmente afetado por eventos extremos chuvosos e de grande impacto durante o inverno Amazônico, causando transtornos como deslizamentos, danificação de telhados e alagamentos. No dia 23 de março de 2020, devido à forte chuva, as ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro, próximas ao Igarapé do Mindu, situadas no bairro Parque Dez de Novembro, tiveram mais uma vez suas vias inundadas com o transbordamento do igarapé (PORTAL CM7, 2020).

Devido a estes eventos, as vias coletoras supracitadas foram selecionadas para esta pesquisa por serem utilizadas para coletar e distribuir os veículos da avenida Humberto Calderaro Filho à avenida Darcy Vargas, sendo ambas vias arteriais de tráfego intenso de veículos por conectarem a pontos turísticos e comerciais da cidade de Manaus, como a Arena da Amazônia e o Amazonas Shopping, além de serem as principais vias da zona centro-sul.

Sendo assim, este trabalho objetiva propor a implantação de medidas estruturais sustentáveis como complemento da drenagem urbana já existente no local de estudo, possibilitando o controle do escoamento excedente nas ruas Wilson de Castro e Professor Samuel Benchimol, no bairro Parque 10 de Novembro.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 DRENAGEM URBANA: CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

O intuito com o qual a drenagem urbana foi empregada por muito tempo foi o de remover as águas pluviais, das áreas urbanizadas, de maneira eficaz a fim de que fossem minimizados ou impedidos contratemplos, perdas e riscos de dilúvios. Para que se tenha um sistema de drenagem mais eficiente e eficaz, deve-se realizar estudos do ambiente urbano e das relações entre os sistemas que o constituem. Desse modo, a drenagem objetiva garantir o trânsito de pessoas e transportes, atenuar os danos provocados por enchentes, atolamentos ou empoçamentos, resguardando os moradores e seus bens, além de preservar obras e vias públicas, possibilitando a ampliação urbana de modo harmônico, articulado e sustentável (PORTO *et al.*, 2007; RUEDIGER, 2010).

Salienta-se que a drenagem urbana não se traduz exclusivamente por técnicas impostas pelas delimitações da engenharia, ela abrange todas as providências ou medidas que serão empregadas para minimizarem os perigos ou prejuízos provenientes de enchentes às quais a população está sujeita (FARIA *et al.*, 2016). Sendo assim, o sistema de drenagem urbana classifica-se em:

- Microdrenagem, que são sistemas estabelecidos pelas ações de captação dos escoamentos de superfície através de construções que compreendem toda a malha viária de uma cidade. Os principais aparelhos de microdrenagem incluem: as vias públicas, as sarjetas, os meios fios, as bocas de lobo, as galerias e os poços de visita. Outros elementos podem compor este sistema, de forma acessória e pontual para sanar problemas específicos (BIDONE; TUCCI, 1995; CHAMPS, 2009); e
- Macrodrenagem, que é destinado ao escoamento de grandes vazões e são responsáveis pelo recebimento dos efluentes da microdrenagem (CHAMPS, 2009). São caracterizados pelos canais naturais e galerias por onde escoam os cursos d'água, tais como córregos, ribeirões e rios que cortam o meio urbano. Os elementos de macrodrenagem diferenciam-se por serem edificações de grande tamanho e custos elevados, no entanto, eles possuem capacidade de aguentar imponderações acima do que suportaria o sistema de microdrenagem (BARROS, 2005; TUCCI, 2007).

## 2.2 PROBLEMAS RELACIONADOS À MICRODRENAGEM

O município de Manaus é comumente atingido por eventos extremos chuvosos de natureza danosa e dependendo da região, os eventos extremos chuvosos de curto prazo (entre 1 e 5 dias) produzem quantidades de chuvas significativas quando comparadas ao volume chuvoso produzido por eventos normais, considerados como aqueles que produzem chuvas dentro da média (FARIAS *et al.*, 2017).

Os danos que atualmente ocorrem são muitas vezes atribuídos a uma manutenção não adequada e a práticas antigas, que se for feita de forma correta podem representar medidas preventivas eficazes, como, por exemplo, manutenção de bueiros e sistemas de drenagem. Ainda na ocorrência de fortes tempestades, os resíduos mal acondicionados e destinados de forma inadequada são espalhados e carregados para os sistemas de drenagem. Trata-se de um problema nacional, uma vez que apenas 58,5% do volume total de resíduos coletado no país é disposto de forma adequada em aterros sanitários (RIBEIRO; SANTOS, 2016).

Cordeiro e Vaz Filho (2000) elencam algumas dificuldades das grandes cidades no que diz respeito à microdrenagem, tais como: degradação ou erosão urbana; transporte e deposição de sedimentos; obstruções ou assoreamento; alagações, inundações; problemas de saúde; crises na interface com o sistema de macrodrenagem.

Dados de pesquisa com perfil dos municípios brasileiros, divulgada pelo IBGE (2014), mostram que os alagamentos deixaram 2,1 milhões de pessoas desabrigadas ou desalojadas entre 2008 e 2012. No período, 2.065 municípios foram atingidos por enchentes ou enxurradas.

Foram 895 municípios atingidos por escorregamentos ou deslizamentos, tendo como causa principal a infiltração de água das chuvas combinada com mudanças nas condições naturais do relevo, como cortes para construção de moradias, rodovias, aterros e outras obras. Os municípios com mais de 500 mil habitantes responderam por 71,8% do total dos atingidos. Juntas, as regiões Sudeste e Nordeste registraram 27.940 (90,5%) dos 30.858 escorregamentos ou deslizamentos nos cinco anos anteriores à

pesquisa, deixando 303,6 mil desabrigados ou desalojados em todo o Brasil. As áreas de encostas sujeitas a deslizamentos e com ocupações irregulares concentraram 48% dos eventos de escorregamentos nos municípios (IBGE, 2014).

Na cidade de Manaus, a chuva forte causa transtornos de grande intensidade, deslizamentos, danificação de telhados, queda de árvores e alagamentos, como nas ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro. Entretanto, parte dos problemas ocasionados com as chuvas torrenciais poderia ser evitada.

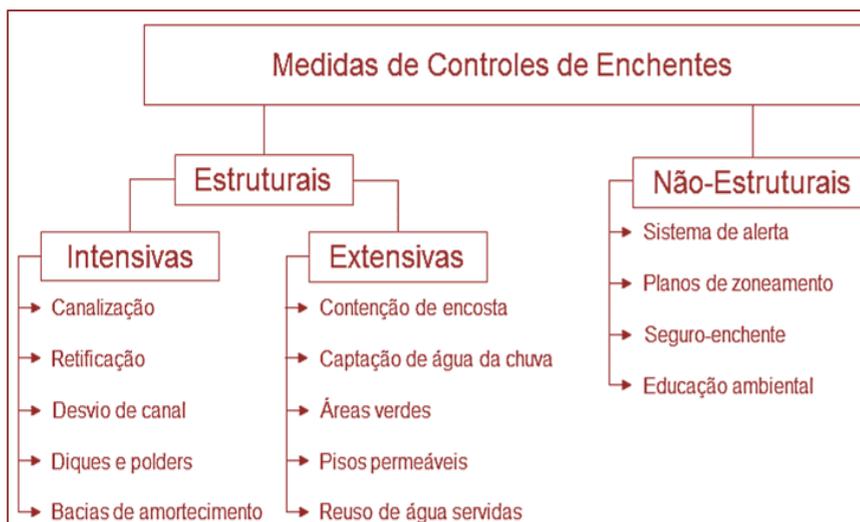
Na maioria das vezes em que ocorrem as enchentes urbanas o maior problema não está no volume de água que cai em forma de chuva, pois esta, rapidamente encontra vazão imediata em razão dos inúmeros escoadouros naturais, como os igarapés e córregos, e artificiais como bueiros e canaletas. O problema é que ocorrem os entupimentos dos escoadouros primários, que transbordam e alagam as ruas mais baixas. Em seguida, as galerias transbordam, alagando as avenidas e transformando-as em “rios”, ocasionando perdas consideráveis na cidade.

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2012) as áreas sujeitas a alagações por chuvas intensas incluem as partes baixas dos bairros: Japiim, Petrópolis, Compensa, Aleixo, Parque 10 de Novembro, Terra Nova, etc. No primeiro semestre de 2012, o total de precipitação apresentou índice inferior ao total da média de Manaus (observada no período dos últimos dez anos, entre os anos 1998 a 2008 - estação CPRM/SUREG-MA).

### 2.3 CONTROLE DE ÁGUAS PLUVIAIS

Com o intuito de realizar o controle das cheias provocadas pela precipitação, os sistemas de drenagem contam com dois tipos de medidas distintas: (i) medidas estruturais e (ii) medidas não-estruturais.

Na figura 1, tem-se as principais medidas de controles de enchentes utilizadas.



Fonte: Botelho (2011), adaptado por Benini (2014)

Conforme é visto na Figura 1, as medidas estruturais envolvem obras de engenharias, usualmente de alto custo, como a construção de uma barragem. Já as medidas não-estruturais são relativas a ações de políticas direcionadas ao planejamento de uso do solo, gerenciamento de zoneamento, educação ambiental e planos de defesa civil (AMARAL; SANTORO; TOMINAGA, 2009). Bertoni e Tucci (2003) ressaltam ainda

que as medidas estruturais são aquelas que alteram o sistema fluvial detendo os danos advindos das enchentes, ao passo que as medidas não-estruturais são aquelas em que os danos são minimizados pela melhor convivência da população com as enchentes.

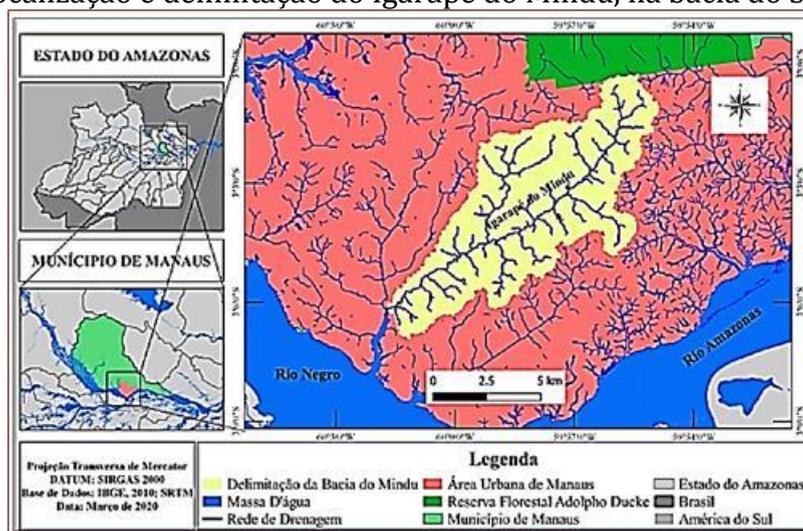
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa trata-se de uma análise multivariada, buscando padrões quantitativos e qualitativos correlacionando variáveis de drenagem urbana, onde a área de estudo foi escolhida intencionalmente, de forma não probabilística, por conta da localização do ponto de alagamento situado nas vias. Em seguida, foi feito o estudo da área, com o posterior dimensionamentos da rede de drenagem e orçamento da mesma.

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Na Figura 2 é mostrado o igarapé do Mindu, localizado na bacia hidrográfica do São Raimundo e situado na zona urbana de Manaus. Este igarapé possui área de cerca de 66 km<sup>2</sup> e seu curso d'água principal possui 18,2 km de extensão. Esta sub-bacia percorre o município de Manaus, passando por bairros populosos como Jorge Teixeira, Cidade de Deus, Cidade Nova, Flores, Parque Dez de Novembro, Chapada, São Geraldo e São Jorge (QUEIROZ *et al.*, 2020).

Figura 2 – Localização e delimitação do Igarapé do Mindu, na bacia do São Raimundo.



Fonte: Queiroz; Alves (2020)

A área de estudo deste trabalho está localizada no bairro Parque Dez de Novembro, em área residencial, na zona centro-sul da cidade de Manaus, entre as coordenadas 3°5'15,23"S; 60°0'33,60"O e 3°5'28,72"S; 60°0'53,32"O. Na Figura 3 tem em destaque amarelo, a área que será analisada, juntamente com a indicação das ruas Wilson de Castro (em verde) e Professor Samuel Benchimol (em azul), na imagem a) tem-se a representação da área de estudo pré-urbanização, no ano de 2001 e na imagem b) tem-se a área atualmente com as ruas construídas, juntamente com novos edifícios ao redor. Neste estudo, a área de contribuição foi delimitada, levando em consideração as ruas inundadas, recentemente, em um trecho do Mindu situado no bairro Parque Dez de Novembro, a área obtida para a análise através do *Google Earth* foi de 0,052 km<sup>2</sup>.

Figura 3 – Localização da área de estudo; a) Ano 2001; b) Ano 2020



Fonte: Google Earth (2020)

A rede de drenagem existente levantada nas ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro constitui-se dos seguintes elementos: bocas de lobo simples e sarjetas. Uma vez que não se obteve um documento com o projeto da rede atual, realizou-se o levantamento de campo para aferir os dispositivos visíveis, de forma que alguns elementos tiveram de ser assumidos em função da configuração dos elementos observados. O resultado da rede existente pode ser observado nas Figura 4 e 5.

Figura 4 – Bocas de lobo situadas nas ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro



Figura 5 – Sarjetas situadas nas ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro



Ao observar as imagens da Figura 4, verifica-se o fato das bocas de lobo não possuírem grelha protetora, além disso, nota-se a presença de resíduos no chão, juntamente com folhas, que podem adentrar nas bocas de lobo, obstruindo-as. Outro problema visualizado é que algumas bocas de lobo estão obstruídas com vegetação, impedindo o curso das águas pluviais conforme o projeto.

Nas imagens da Figura 5, nota-se a ausência de sarjetas e que as existentes nas ruas possuem folhas ou resíduos, além de inclinação e tamanho inadequados, o que pode proporcionar o transbordamento de água nas ruas, conforme previamente mencionado aqui, no caso do transbordamento de água, no início de 2020.

### 3.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DRENAGEM

Para a implantação de um novo sistema de drenagem urbana sustentável, optou-se pela utilização da trincheira de infiltração, por conta do espaço urbano ser muito denso, além de impossibilitar a construção de obras que necessitam de um espaço maior. O entorno das áreas está ocupado ou são de alterações inviáveis tecnicamente, desse modo, apenas os canteiros e passeios adjacentes seriam os locais ideais para a implantação. Por ser uma região onde a via geralmente alaga, há a possibilidade da implantação da trincheira de infiltração, pois a água escoará para a região central, então a trincheira funciona bem e de forma linear, sendo possível sua implantação ao longo de todo o passeio central.

Outro dispositivo a ser implementado serão os pavimentos permeáveis ao longo das áreas de parques e estacionamentos existentes nas ruas analisadas, com o intuito de atenuar as águas precipitadas que escoam e transbordam no pavimento asfáltico.

O dimensionamento destes dispositivos de infiltração será realizado com base no método da curva envelope. Este método baseia-se na aplicação direta dos dados de caracterização do local de colocação do dispositivo. Através deste método serão determinados os volumes de entrada e de saída do dispositivo, sendo este capaz de armazenar o máximo valor da diferença entre tais volumes. (IPH, 2005).

### 3.2.1 VAZÃO DE PROJETO

Após a delimitação da área a ser estudada será calculada a vazão de projeto pelo Método Racional conforme a Equação 1. Este método foi escolhido por conta da área levada em consideração ser menor que 2 km<sup>2</sup>. Para o valor da intensidade, serão utilizados dados de precipitação coletados da estação meteorológica mais próxima ao local do estudo.

$$Q = k \times C \times I \times A \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde: Q: vazão máxima (m<sup>3</sup>/s); k: coeficiente adimensional; C: coeficiente de escoamento superficial; I: intensidade da precipitação (mm/h); e A: área da bacia (km<sup>2</sup>).

Para equação do Método Racional será adotado k = 0,278 conforme Tucci (2013), enquanto que a área a ser utilizada será a de 0,052 km<sup>2</sup>, seguindo a delimitação mostrada na Figura 3. O coeficiente de escoamento superficial a ser utilizado terá como base a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Valores do coeficiente C

Zonas	C - Mínimo	C - Máximo
De edificação muito densa: partes centrais densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70	0,95
De edificação não muito densa: partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60	0,70
De edificação com pouca superfície livre: partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50	0,60
De edificação com muitas superfícies livres: partes residenciais tipo cidade-jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25	0,50
De subúrbios com alguma edificação: partes de arrebaldes com pequena densidade de construções	0,10	0,25
De matas, parques e campos de esporte: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques e campos de esporte sem pavimentação	0,05	0,20

Fonte: WILKEN (1978)

### 3.2.2 PAVIMENTO PERMEÁVEL

Procedendo-se ao cálculo do dimensionamento do pavimento permeável, calculou-se através da Equações 2, 3 e 4 o volume de água que chega no reservatório, que infiltra no solo e que é armazenado por ele, respectivamente.

$$V_{ap} = I \times A_d \times t \quad \text{(Equação 2)}$$

$$V_{inf} = q \times A_b \times t \quad \text{(Equação 3)}$$

$$V_{arm} = V_{ap} - V_{inf} \quad \text{(Equação 4)}$$

Onde: V<sub>ap</sub>: volume que aporta ao reservatório (m<sup>3</sup>); A<sub>d</sub>: área drenada pelo dispositivo (m<sup>2</sup>); t: duração da precipitação (h); V<sub>inf</sub>: volume que infiltra no solo (m<sup>3</sup>); q: coeficiente de infiltração corrigido (m/h); A<sub>b</sub>: área de base do pavimento (m<sup>2</sup>); e V<sub>arm</sub>: volume de armazenamento (m<sup>3</sup>).

Considerando-se que, neste trabalho, a área drenada e a área de base do pavimento têm o mesmo valor, obteve-se a partir das Equação 5 o cálculo para o valor do termo  $h$ .

$$h = \frac{t}{\phi} \times (I - q) \quad \text{(Equação 5)}$$

Onde:  $h$ : altura da camada drenante (mm); e  $\phi$ : porosidade efetiva do material. Para a  $\phi$  do material de preenchimento do reservatório, adotou-se o cascalho, o qual possui  $\phi = 40\%$  (IPH, 2005).

Na Equação 6 é mostrado o cálculo para o tempo de esvaziamento do sistema, em horas, ele indica o intervalo de tempo necessário para que a água armazenada no interior do pavimento sistema seja drenada pela interface sistema-solo natural após cessada a precipitação e o escoamento superficial. Nesta pesquisa, adotou-se o tempo de esvaziamento máximo de 72 h, conforme Duchene, McBean e Thomson (1994).

$$t_{es} = \frac{\phi}{q} \times h_{m\acute{a}x} \quad \text{(Equação 6)}$$

### 3.2.3 TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

O cálculo da trincheira de infiltração deu-se, primeiramente pela Equação 7, com a obtenção do volume que chegará à trincheira.

$$V_e = 1,25 \times C \times I \times t \times A_d \quad \text{(Equação 7)}$$

Para o cálculo do volume que sai da trincheira (Equação 8), faz-se necessário uma estimativa arbitrária das dimensões do dispositivo, visto que este valor se dá em função da área.

$$V_s = k \times \frac{A_{inf}}{2} \times 3600 \times t \quad \text{(Equação 8)}$$

Onde:  $V_s$ : volume de saída do dispositivo ( $m^3$ );  $k$ : coeficiente de condutividade hidráulica corrigido (m/s); e  $A_{inf}$ : área lateral da trincheira ( $m^2$ ).

Por fim, conforme os valores de duração da precipitação, fez-se a diferença entre os respectivos valores de volumes de entrada e de saída e tomou-se o maior. De posse desses valores, e da porosidade efetiva do material de preenchimento da trincheira, obteve-se por meio da Equação 9 o volume de dimensionamento do dispositivo.

$$V_{disp} = \frac{V_e - V_s}{\phi} \quad \text{(Equação 9)}$$

### 3.3 ORÇAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Para o orçamento da trincheira de infiltração e do pavimento permeável serão utilizados os serviços que constam na planilha presentes no Sistema de Preços Custos e Índices (SINAPI) da Caixa Econômica Federal/IBGE. Os preços utilizados serão relativos ao mês de setembro de 2020 e com desoneração.

## 4. RESULTADOS

Abaixo serão mostrados os resultados obtidos para os cálculos no tocante ao dimensionamento do pavimento permeável e da trincheira de infiltração, juntamente com a elaboração do orçamento desses dispositivos sustentáveis.

### 4.1 VAZÃO MÁXIMA

Baseando-se nos trabalhos realizados por Oliveira e Braga (2018) e Mota e Braga (2018), analisaram-se duas datas específicas, as quais representam uma chuva de alta intensidade e curta duração, sendo esta ocorrida no dia 30/09/2013 com 107 mm precipitados em 1h40min e uma precipitação de alta duração com 145,8 mm precipitados em 24 horas, ocorrida no dia 05/04/2017. Para o presente artigo, adotou-se o valor da intensidade pluviométrica sendo de 107 mm. Para os valores de coeficiente de escoamento superficial, foi utilizado o valor de 0,95 para as áreas pavimentadas e calçadas concretadas e 0,20 para as superfícies verdes e arborizadas.

De posse das variáveis acima, calculou-se a vazão de projeto para o ano de 2001, levando em consideração a Figura 3, gerada pelo satélite LandSat através do *Google Earth*. Sendo assim, para o ano em questão obteve-se um valor de vazão de 0,37 m<sup>3</sup>/s, enquanto que para o ano de 2020, a vazão de projeto resultou em um valor de 0,734 m<sup>3</sup>/s, mostrando um crescimento de 198,37% no período de 19 anos de urbanização do trecho em análise. Constatando a necessidade da implementação de medidas compensatórias para auxiliar na drenagem urbana local.

### 4.2 PAVIMENTO PERMEÁVEL

Para o dimensionamento do pavimento impermeável, procedeu-se o cálculo conforme as equações da seção 3.2.2, com o levantamento dos valores das variáveis.

Para a verificação da área da base do pavimento e da área drenada pelo dispositivo, traçaram-se polígonos com o auxílio do *Google Earth*, contabilizando calçadas e estacionamentos situados nas ruas Wilson de Castro e Professor Samuel Benchimol. As áreas somaram um total de 6960,65 m<sup>2</sup>. O valor adotado para a porosidade efetiva do cascalho foi de 40%.

Quanto ao coeficiente de infiltração corrigido, primeiramente analisou-se qual era o tipo de solo existente no local. Conforme o trabalho realizado por Bento (1998), tem-se que a maior ocorrência de solo arenoso e argiloso, em geral, concentram-se no alto dos cursos e confluência dos Igarapés, a uma profundidade de 2 metros, por conta disso, a classificação do solo adotado para o Igarapé do Mindu, segundo a NRCS (2009) foi Grupo B, solos com relativa capacidade de infiltração e geralmente associados ao escoamento moderadamente baixo. Para esse tipo de solo, adotou-se o valor recomendado pelo IPH (2005), o qual sugere a utilização de uma taxa de infiltração de 12,7 mm/h.

De posse de todas as variáveis, obtiveram-se os valores do volume de precipitação que aporta no reservatório, que infiltra no solo e quanto fica armazenado, além da altura da camada drenante e do tempo de esvaziamento do sistema. Na Tabela 2 encontram-se listados os valores encontrados, juntamente com as variáveis de cálculo.

Tabela 2 – Dimensionamento do pavimento permeável

I (m/h)	Ad (m <sup>2</sup> )	t (h)	q (mm/h)	Φ
0,107	6960,95	1,666666667	12,7	0,4
Vap (m <sup>3</sup> )	Vinf (m <sup>3</sup> )	Varm (m <sup>3</sup> )	h (mm)	tes (h)
1241,369	147,3401083	1094,029308	392,9166667	12,37533

Conforme a tabela acima, nota-se que o tempo de esvaziamento da camada drenante calculado foi de 12,37h, sendo considerável neste trabalho, posto que se encontra abaixo do limite estabelecido de 72h.

#### 4.3 TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

Para o cálculo da trincheira de infiltração, primeiramente definiu-se qual seria sua extensão máxima e sua largura. Sendo assim, foi decidido que a implantação deste dispositivo de drenagem seria combinada com o pavimento impermeável. A extensão total das trincheiras foi estabelecida em 1490 m e com largura fixa de 30 cm. A largura da trincheira foi definida como sendo 30 cm, devido às irregularidades das dimensões dos passeios nas vias públicas.

Iniciando o dimensionamento, foi verificado o volume que chegaria à trincheira, conforme a Equação 7, obtendo-se o valor de 1474,12 m<sup>3</sup>. Em seguida, foi calculado o volume que sai da trincheira, através da Equação 8, obtendo-se um valor estimado de 1341 m<sup>3</sup>. Ressalta-se que o valor do coeficiente de condutividade hidráulica foi estabelecido conforme o Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre (2005), considerando que o material a ser utilizado na trincheira de infiltração seria o cascalho.

Por fim, tendo os volumes de entrada e saída do dispositivo, calculou-se, por meio da Equação 9, o volume de dimensionamento do dispositivo, resultando em um valor de 332,81 m<sup>3</sup>. Na Tabela 3 encontram-se listados os valores calculados juntamente com os valores das outras variáveis utilizadas.

Tabela 3 – Dimensionamento da trincheira de infiltração

I (m/h)	Ad (m <sup>2</sup> )	t (h)	k (m/s)	Φ
0,107	6960,95	1,67	0,001	0,4
Ainf (m <sup>2</sup> )	Ve (m <sup>3</sup> )	Vs (m <sup>3</sup> )	Vdisp (m <sup>3</sup> )	
447	1474,126	1341,00	332,82	

#### 4.4 ORÇAMENTO DOS DISPOSITIVOS

Como já foi citado na seção 3.3, os preços obtidos tiveram como base a planilha de orçamento SINAPI. Nas Tabelas 4 e 5 encontram-se os as descrições dos serviços, quantidade e seus custos unitários e totais referentes ao pavimento permeável e à trincheira de infiltração e ao reservatório.

Os pavimentos permeáveis a serem inseridos serão do tipo de blocos de concreto vazados, dado que seu desempenho no amortecimento de vazões de pico se destaca sobre os demais (CASTRO, 2013 *apud* PINTO, 2014). Para os blocos foram consideradas

as dimensões de: (i) 6 cm de espessura para os blocos de concreto; e (ii) 2,5cm de espessura para o filtro de brita. Quanto às dimensões das trincheiras, buscou-se respeitar ao máximo o arranjo físico previamente especificado com profundidade fixada em 70 cm.

Tabela 4 – Orçamento do pavimento permeável

Pavimento Permeável					
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo Unitário	Quantidade	Custo Total
74154/1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria com trator sobre esteiras 347hp e caçamba de 6m <sup>3</sup> , DMT 50 a 200m	m <sup>3</sup>	4,19	3.326,64	13.938,61
92391	Execução de pavimento em piso intertravado, com bloco pisograma de 35 x 25 cm, espessura 6 cm	m <sup>2</sup>	65,45	6.960,95	455.594,18
88549	Fornecimento e assentamento de brita 2-drenos e filtros	m <sup>3</sup>	64,28	6.960,95	447.449,87
73883/3	Execução de dreno francês com cascalho	m <sup>3</sup>	85,25	2.734,96	233.155,11
73881/1	Execução de dreno com manta geotêxtil 200 g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	5,40	13.921,90	75.178,26
					R\$1.225.316,02

Tabela 5 – Orçamento da trincheira de infiltração

Trincheira de infiltração					
Código SINAPI	Descrição	Unidade	Custo unitário	Quantidade	Custo total
101206	Escavação vertical a céu aberto, em obras de edificação, incluindo carga, m <sup>3</sup> descarga e transporte, em solo de 1ª categoria com escavadeira hidráulica (caçamba: 0,8 m <sup>3</sup> /111 hp), frota de 3 caminhões basculantes de 14 m <sup>3</sup> , DMT até 1 km e velocidade média 14km/h	m <sup>3</sup>	7,05	312,9	2.205,94
73883/3	Execução de dreno francês com cascalho	m <sup>3</sup>	85,25	312,9	26.674,72
73881/1	Execução de dreno com manta geotêxtil 200 g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	5,4	2.533,42	13.680,46
					R\$42.561,14

Em relação à estrutura do pavimento permeável, ela não é muito diferente dos pavimentos clássicos, sendo geralmente constituída de camada de base, camada filtrante e reservatório. Neste trabalho, foi considerado que a camada de base e sub-base já são existentes, sendo necessário apenas a implantação da estrutura restante do pavimento permeável.

Quanto aos materiais a serem utilizados para a confecção do pavimento permeável e trincheira de infiltração, eles contarão com peça de concreto, em conjunto com a implantação de dreno francês para o escoamento da água e mantas geotêxteis adequadas, com o objetivo de assegurar a não colmatação da estrutura e garantir a função de infiltração. Sendo assim, obteve-se para o pavimento permeável um custo final de R\$1.225.316,02 e para a trincheira de infiltração R\$42.561,14.

## 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar o trecho do Passeio do Mindu entre as ruas Professor Samuel Benchimol e Wilson de Castro, no bairro Parque Dez de Novembro a fim de realizar o dimensionamento de medidas estruturais sustentáveis, abordando as possibilidades de controle de deflúvios, através de métodos alternativos de drenagem urbana, podendo assim, remediar problemas com alagamentos no trecho em estudo.

Através das imagens obtidas pelo *Google Earth*, foi possível visualizar a ampliação da área urbana da localização em estudo, o que implicaria diretamente no aumento elevação das vazões de drenagem. Em 2001, o resultado obtido foi de  $0,37 \text{ m}^3/\text{s}$  e ao longo dos 19 anos aumentou em aproximadamente 198,37%, resultando em uma vazão de  $0,734 \text{ m}^3/\text{s}$  em 2020. Esses valores são reflexos da impermeabilização do trecho no período, indicados pela expansão da alta ocupação com edifícios, ruas pavimentadas e remoção da camada verde.

Este trabalho ainda permitiu estabelecer dados importantes para a verificação dos volumes de água gerados nas etapas sem e com dispositivos de drenagem urbana sustentável, tais técnicas compensatórias são vistas como boas soluções para a minimização do escoamento superficial em zonas onde houve a impermeabilização do solo em decorrência da urbanização acelerada.

A utilização de pavimento permeável e trincheira de infiltração, em combinação, possibilitam a melhora da qualidade da água depositada nos corpos hídricos receptores, visto que a água é filtrada entre os dispositivos, retendo resíduos e partículas sólidas consideradas poluentes.

Através do dimensionamento do pavimento permeável, estimou-se que 88,13% do volume de água que chega no dispositivo fica retida, sendo que o restante infiltra no solo. Enquanto que para a trincheira de infiltração, somente 22,57% do volume total que aporta ao dispositivo é capaz de permanecer nele, isso se deu devido ao fato da trincheira possuir uma largura de apenas 30 cm, devido às irregularidades encontrada não somente nos passeios públicos quanto nas sarjetas, no tocante à ausência delas em partes da rua.

Sendo assim, essa porcentagem de precipitação a ser armazenada diminuirá a vazão por conta do volume infiltrado e armazenado ao longo desses dispositivos, o que poderia evitar problemas como o ocorrido no início de 2020. A implantação destes dispositivos, do ponto de vista econômico, possibilita que estas técnicas compensatórias de redução sejam construídas sob os valores de R\$1.225.316,02 e R\$42.561,14 para o pavimento permeável e trincheira de infiltração, respectivamente.

Em síntese, este estudo espera contribuir para um melhor entendimento quanto à implantação de medidas estruturais sustentáveis como solução para redução do volume de água escoado superficialmente em razão do aumento da urbanização acelerada e impermeabilização do solo. Ressalta-se que o estudo envolvendo a combinação de outras técnicas ainda pode ser realizado para que se obtenham mais opções de implantações e combinações otimizadas.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, R.; SANTORO, J.; TOMINAGA, L. K. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- BARROS, M. T. L. Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. In: PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.
- BENTO, H. A. **Mapeamento Geotécnico da Área Urbana de Manaus – AM Volume I**. 1998. 201f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade do Amazonas, Manaus, 1998.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. (org.). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. Disponível em: <<http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/inbr02803.pdf>> Acesso em: 12 out. 2020.
- BIDONE, F. R. A.; TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L., et al (Ed.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH / Editora da UFRGS, v.5, 1995. p.77-105. BOTELHO, R. G. M. Solos Urbanos. In: GUERRA, A. J. T. (org.) **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, pp. 71-115.
- CARVALHO, E. C. L. O processo de colonização e urbanização na Amazônia. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**. jan./mar. 2017. Disponível em: <[eumed.net/rev/cccss/2017/01/colonizacion.html](http://eumed.net/rev/cccss/2017/01/colonizacion.html)>. Acesso em: 15 out. 2020.
- CHAMPS, J. R. Manejo de águas pluviais urbanas: o Desafio da integração e da sustentabilidade. In: CORDEIRO, BERENICE DE SOUZA (Ed.). **Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico**. Brasília: Ministério das Cidades, v. 2, 2009. p.193.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM. **Relatório da cheia de 2012**. Diretoria de hidrologia e gestão territorial-DHT, Departamento de Hidrologia-DEHID, 2012. Disponível em: <[https://www.cprm.gov.br/sace/rehi/manaus/rel\\_final\\_2012.pdf](https://www.cprm.gov.br/sace/rehi/manaus/rel_final_2012.pdf)> Acesso em: 13 nov. 2020.
- CORDEIRO, J.S.; VAZ FILHO, P. Gerenciamento de sistemas de drenagem urbana. **Revista Engenharia**. Engenho Editora Técnica Ltda, 2000.
- DUCHENE, M.; MCBEAN, E. A.; THOMSON, N. R. Modeling of Infiltration From Trenches for Storm Water Control. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 120, n. 3, p. 276-293, 1994.
- FARIA, K.M.S.; SOARES NETO, G.B.; CHEREM, L.F.S. **Contribuições metodológicas para avaliação de risco a inundação em áreas urbanas**. XII SBCG, Variabilidade e suscetibilidade climática: implicações ecossistêmicas e sociais, 25 a 29 de outubro de 2016, Goiânia (GO)/UFG.
- FARIAS, C.S.; VEIGA, J.A.P.; OLIVEIRA, E.; QUEIROZ, M.R. Análise do evento extremo chuvoso de 30 de setembro de 2013 ocorrido na cidade de Manaus. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas-UFSM**, v.39 n.2, p. 436-450, maio-ago, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Características da população e dos domicílios**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.sht>>. Acesso em: 10 out. 2020.

\_\_\_\_\_. **MUNIC 2013**: enchentes deixaram 1,4 milhão de desabrigados ou desalojados entre 2008 e 2012. Publicado em 30/04/2014. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/>> Acesso em: 01 nov. 2020.

\_\_\_\_\_. **Sinopse do Censo Demográfico 2010 Amazonas**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=13>>. Acesso em: 20 set. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS-IPH/DEP. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Plano Diretor de Drenagem Urbana. **Manual de drenagem urbana**. 2005.

MOTA, V. S. F.; BRAGA, E. M. Verificação do Dimensionamento de Dispositivo de Drenagem para Transposição de Igarapé em Área Urbana. In: **Seminário de Gestão Ambiental e Controle de Contas Públicas da Amazônia**. Anais. Manaus (AM) Tribunal de Contas do Estado do Amazonas, 2019.

OLIVEIRA, M.; BRAGA E. **Estudo do Coeficiente de Run-Off no Processo de Urbanização, Trecho Localizado no Bairro de Flores, Município de Manaus**, 2018. Trabalho apresentado ao V Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

PINTO, H. K. R. F. **Otimização econômica de técnicas compensatórias em drenagem urbana**. Monografia. Universidade Federal da Paraíba. 2014. PORTAL CM7. Disponível em: <<https://portalcm7.com/noticias/cidades/patio-da-concessionaria-shizen-honda-alagado-e-varios-carros-debaixo-dagua-em-manaus-veja-video>>. Acesso em: 10 out. 2020.

PORTO, R.; ZAHED F., K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Universidade ABRH, 2007.

QUEIROZ, M. S.; ALVES, N. S. Análise Geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Mindu – Manaus – Amazonas. **Geopauta**, v. 4, n. 2, p. 109-123, 2020.

QUEIROZ, M. S.; BATISTA, S. P. M.; TOMAZ NETO, A. G.; ALVES, N. S.. EXPEDIÇÃO MINDU: ANÁLISE GEOGRÁFICA DO IGARAPÉ DO MINDU. In: ALBUQUERQUE, C. C.; BATISTA, I. H. **Workshop Internacional Sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas**. UFRR: Boa Vista, 2020, p. 922-930.

RUEDIGER, F. **Guia ambiental para construção de residências sustentáveis**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2010.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SEMMAS). **Áreas Protegidas**. Disponível em: <<http://semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/>>. Acesso em: 17 set. 2020.

RIBEIRO, S.K.; SANTOS, A.S. **Mudanças climáticas e cidades: Relatório especial do painel brasileiro de mudanças climáticas**. PBMC, COPPE-UFRJ, 2016. Disponível em: <[http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio\\_UM\\_v9\\_09.12.16.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v9_09.12.16.pdf)> Acesso em: 24 out. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e Recursos Hídricos. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 1995.

UNITED STATES. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service - NRCS. Hydrologic Soil Groups. In: **National engineering handbook hydrology chapters**. Washington, DC, Cap 7, 2009.

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: CETESB, 1978.

# Capítulo 9

## *A viabilidade de empreendimento para loteamento na rodovia Manoel Urbano a partir de levantamento topográfico da área*

*Gerliane dos Santos Morais Ribeiro*

*Sandra Babilônia Lima de Freitas*

*Frank Henrique Santos Fontineles*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O loteamento tem sido a opção para quem tem interesse em adquirir sua casa própria e com um custo menor, mas os empreendedores do mercado imobiliário devem antes de investir neste negócio realizar uma análise do local, para que seja verificado a viabilidade da construção, sejam no ambiente econômico, ambiental ou geográfico. Com isso, surge a questão problemática que incentivou a pesquisa: qual o papel do levantamento topográfico na análise da viabilidade da construção de um empreendimento para loteamento? Por meio de levantamento topográfico, o empreendedor tem a facilidade de analisar com eficiência e eficácia a viabilidade seja econômica ou sustentável de um empreendimento imobiliário, proporcionando com isso, prever os riscos que poderão surgir na construção. A pesquisa propõe como objetivo geral estudar a viabilidade econômica de empreendimento para loteamento na rodovia Manoel Urbano no Município de Iranduba, por meio de uma análise de solo, foi realizado um recurso de levantamento topográfico pela Empresa GerAltop. A pesquisa apresenta uma metodologia definida por Vergara (2010)<sup>1</sup>, que classifica as pesquisas quanto a sua abordagem (qualitativa), seus objetivos (descritiva e exploratória) e seus meios (bibliográfica e documental). Por meio do levantamento topográfico realizado pela empresa GerAltop foi observado que a área escolhida como amostra da pesquisa apresenta uma projeção viável ao lucro, e acima de tudo a sustentabilidade, fazendo com o que o empreendimento tenha seu diferencial diante dos outros. Conclui-se por fim, que área escolhida para a construção do empreendimento de loteamento, apresenta-se totalmente viável em todos os âmbitos. Enfim, por meio da análise do levantamento topográfico realizado pela Empresa GerAltop, pode ser afirmado a viabilidade do loteamento de empreendimento residencial situado na Rodovia Manoel Urbano no Município de Iranduba, mas, existem alguns pontos que devem ser observados ao longo da obra, principalmente os que envolvem o meio ambiente e os que são relacionados aos custos a curto e a longo prazo com a infra-estrutura básica e com a terraplenagem e drenagem.

**Palavras-Chave:** Levantamento topográfico, viabilidade, empreendimentos.

## 1 INTRODUÇÃO

Em conformidade com o que afirma De Jesus et al (2016, p.4) é de suma importância a análise da viabilidade da construção de qualquer empreendimento, sejam comerciais ou residenciais. Neste sentido, os empreendimentos da área imobiliária, necessitam mais ainda desta análise, principalmente por envolver elevados riscos financeiros, onde são investidos um valor considerável de capital e que se espera alcançar o lucro ou pelo menos o retorno do que foi investido, haja vista, que os riscos estão sempre presentes nos grandes investimentos.

Limmer (2010), afirma ser o empreendimento um projeto que está associado a realizações físicas, unindo desde as ideias iniciais até a sua concretização. O projeto possui um objetivo a ser executado, seguindo uma série de atividades ordenadas com condições de despesas, prazos, qualidade e riscos. Assim, para que os empreendimentos possam ser construídos com segurança, surge a topografia que é a área da engenharia que tem a finalidade de descrever o lugar não através de texto ou foto, mas sim através de um desenho que contenha elementos que possam pormenorizar as dimensões do lugar, sua orientação, localização em relação ao globo terrestre, implantações que tenham ocorrido no local como estradas, túneis, casas etc. (LIMA, 2012, P.33).

Neste sentido, para que a topografia seja utilizada surge o levantamento topográfico como ferramenta de análise da viabilidade da construção do empreendimento, haja vista, que sua função é a de apresentar a situação gráfica de um terreno, bem como, mostrar os riscos de uma construção no mesmo, por meio do estudo de pontos como coordenadas detalhando assim a área por completo. (VEIGA, ZANETTI, FAGGION, 2012).

Existem diversas utilizações da topografia dentro da área da engenharia civil que proporcionam a locação de obras, controle de níveis e prumos durante a construção, averiguação de flechas e aberturas de fissuras nas ocorrências de patologias da construção, medição de áreas e volumes, dentre outros. A topografia, se aplica, ainda, em outras áreas como o urbanismo, geologia e oceanografia (STOLF, 2019, p.18).

O levantamento topográfico, proporciona ao empreendedor analisar com eficiência e eficácia a viabilidade seja econômica, sustentável e geográfico de um empreendimento imobiliário, proporcionando com isso, prever os riscos que poderão surgir na construção, permitindo assim que os engenheiros responsáveis pela obra realizem os projetos em consonância com a realidade do terreno, o que acarretará em redução de custos, haja vista que o levantamento topográfico proporciona, ainda, a redução de falhas e prováveis surpresas com problemas na obra. (FORTES, 2009).

A pesquisa sobre o tema tem sua justificativa no sentido de que as constantes alterações na economia brasileira, obrigam os empreendedores a ir em busca de ferramentas que possam levá-los ao acerto em suas decisões, principalmente quando se trata da área imobiliária que é a mais afetada diante da estagnação da economia.

A pesquisa propõe como objetivo geral analisar por meio de levantamento topográfico a viabilidade da construção de um empreendimento para loteamento na Rodovia Manoel Urbano no Município de Iranduba. Os objetivos específicos abordam a realização de estudo bibliográfico dos aspectos principais da topografia e do levantamento topográfico; a análise da importância da topografia em projetos de engenharia; a demonstração da evolução dos estudos de levantamento topográfico de área e descrição do papel do levantamento topográfico na análise de viabilidade de empreendimentos.

A pesquisa apresenta uma metodologia definida por Vergara (2010), que classifica as pesquisas quanto a sua abordagem que neste caso foi do tipo qualitativa.

Quanto aos objetivos ou fins que nesta pesquisa optou-se por ser descritiva e exploratória. E quanto aos procedimentos para coleta dos dados, optou-se por pesquisas do tipo bibliográfica e documental.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DA TOPOGRAFIA

O trabalho topográfico é essencial para iniciar uma obra, haja vista que a topografia proporciona o conhecimento do terreno no qual será construído tal obra, isto porque a topografia oferece a segurança da correta implantação da obra ou serviço.

A topografia é um dos ramos das Ciências Geodésicas (ou simplesmente Geodesia) que se utiliza de um modelo de Terra, o plano topográfico, para representar parte da Terra. É evidente que, para isso ocorra adequadamente, todas as medições e cálculos realizados são reduzidos também ao plano topográfico. (PEREIRA, 2014, P.19).

A topometria (do grego, *topos* – lugar – e *metron* – medida) trata dos métodos e instrumentos para avaliação de grandezas (lineares e/ou angulares) que definem os pontos topográficos, considerando os planos horizontal e vertical. Um ponto topográfico é o ponto do terreno que serve de apoio para execução das medidas lineares e angulares, e que contribui para a representação desse espaço e dos acidentes a serem cadastrados. A topologia (do grego, *topos* – lugar – e *logos* – tratado) cuida do estudo das formas relevo. É dirigida para a representação e interpretação de uma planta do relevo do terreno, por meio dos pontos cotados, das curvas de nível ou de modelos em perspectiva. Atualmente, com a obtenção digital da altimetria, aplica-se interpoladores com *softwares* de MDTs (Modeladores Digitais de Terreno), possibilitando análises geomorfológicas mais apuradas junto à área de interesse. (TULER e SARAIVA, 2014, P. 17-18).

Oliveira et al (2016, p.2), afirmam que a topologia tem por objetivo o estudo das formas exteriores do terreno (relevo) e as leis que regem sua formação. Em topografia, aplicação da topologia é dirigida para a representação do relevo em planta, através das curvas de nível e dos planos cotados.

De acordo com Pereira (2019, p.11), a topografia é dividida em Topometria: que é a parte da Topografia que está interessada nas observações, cálculos e representações da Topografia (desenho topográfico). E claramente dividida em a) Planimetria, quando os cálculos e observações são realizados ou reduzidos a um plano horizontal – o plano topográfico – e, b) a Altimetria, quando as observações e cálculos são reduzidos ou a vertical do local ou a um plano vertical.

Para Lima (2012, p.34), a topometria nada mais é que um conjunto de operações em campo com aparelhos topográficos, com o objetivo de se levantar elementos geométricos a partir de cálculos aplicados da Geometria que garantem uma representação real do terreno em um desenho.

Segundo Rodrigues (2011, p.11), o estudo da topografia envolve a utilização de diversos métodos e equipamentos os quais evoluíram bastante nas últimas décadas, principalmente com a utilização de equipamentos eletrônicos e programas computacionais no cálculo dos dados levantados a campo. Para tal é exigindo conhecimento e prática no levantamento e manuseio dos dados.

De acordo com Tuller e Saraiva (2014, p.7), como fatos dessa época, podem-se citar a invenção do taqueômetro, em torno de 1835, pelo italiano Ignazio Porro; a execução do primeiro nivelamento geral da França, por Bourdalone; as medidas de um arco de meridiano de um grau próximo ao equador (110.614 m) e de outro junto ao

círculo polar ártico (111.949 m), patrocinadas pela Academia de Ciências de Paris, com consequente vitória das ideias newtonianas de uma Terra achatada. Esse último fato é considerado um dos marcos da Geodésia. (TULER E SARAIVA, 2014, P.7).

De acordo com Tuler e Saraiva (2014), os instrumentos topográficos passaram por avanços e, no século XX, a modernização desses instrumentos deu-se, fundamentalmente, pelo aparecimento e evolução da informática e da eletrônica. O instrumento eletrônico substituiu o mecânico.

Os equipamentos de medições topográficas e geodésicas sofreram alguns avanços, surgindo assim uma nova geração de equipamentos, como a Estação Total, nível digital e nível laser, trenas laser, ecobatímetros, sistemas de medição por satélite, e também o armazenamento de dados em coletores digitais. (PIZETTA, 2015, P.19).

Segundo Tuler e Saraiva (2014, p.7), a primeira inovação nos equipamentos da topografia ocorreu com o primeiro medidor eletrônico de distâncias, em 1943. A segunda grande inovação ocorreu com o aparecimento dos teodolitos eletrônicos, na década de 1970, e a terceira inovação importante foi o aparecimento das cadernetas eletrônicas, que substituíram a caderneta de campo, com possibilidade de armazenamento em meio digital.

Em termos de eficiência, tais avanços possibilitaram três novos ganhos, segundo ainda Tuler e Saraiva, (2014, p.8):

**a)** os ângulos medidos passaram a ser lidos diretamente em um visor de cristal líquido;

**b)** os Medidores eletrônicos de Distância passaram a ser conectados diretamente ao teodolito. O processador central do teodolito passou a controlar também o distanciômetro, culminando nas estações totais; e

**c)** com a introdução da caderneta eletrônica, o tempo de medição diminuiu sensivelmente.

Mesmo com tantas ferramentas mais sofisticadas, a topografia muitas vezes utiliza-se com mais frequência as ferramentas antigas, pois é necessário que se faça primeiramente uma análise do projeto que será realizado para que assim possam escolher as ferramentas mais adequadas ao mesmo.

A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como consequência o surgimento destes novos instrumentos, que nada mais é do que teodolitos eletrônicos digitais com Distanciômetro eletrônicos incorporados e montados num só bloco. Isto traz muita vantagem para a automação de dados, podendo inclusive armazenar os dados coletados e executar alguns cálculos mesmo em campo. (CAVALCANTE, 2016, P.5).

Para Costa (2018, p.1), o avanço tecnológico garantiu a geração de máquinas com hardwares mais potentes, a automatização de processos, o aumento na quantidade de dados coletados e equipamentos cada vez menores, mais leves e portáteis com qualidade e alto detalhamento da área levantada.

Assim, segundo, ainda, Costa (2018, p.4), é importante que o profissional desse setor acompanhe e se atualize quanto às tendências e às melhores e mais modernas práticas, buscando capacitação sobre equipamentos e softwares. É fundamental investir continuamente em qualificação, pois, em uma profissão tão ligada à necessidade de acurácia nos dados e de ferramentas, há riscos de se deixar cair na obsolescência.

Os equipamentos da topografia utilizados tanto na planimetria como na altimetria, podem ser assim expostos, segundo Alencar (2015, p.1):

Quadro 1 – Equipamentos utilizados na Topografia

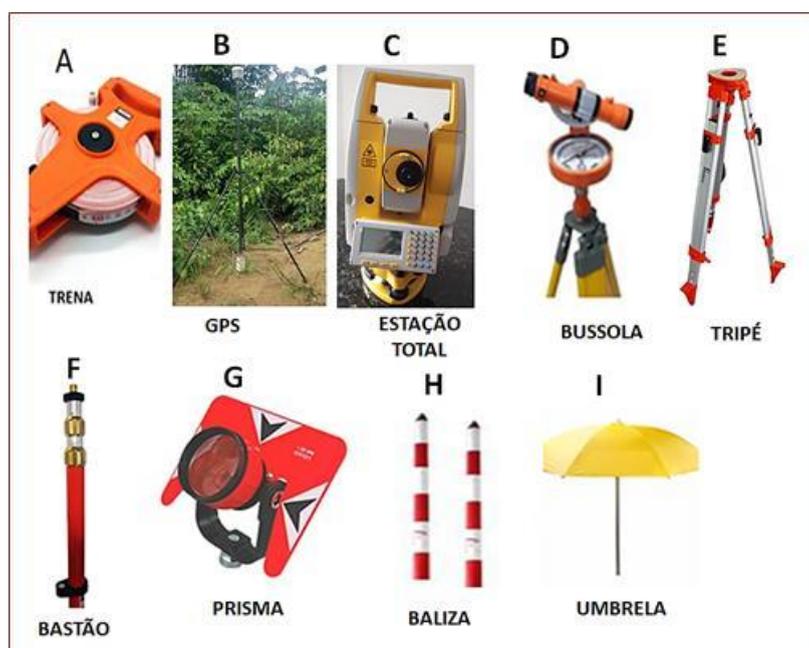
Equipamentos	Características
Trena	Instrumento de medição direta de distâncias. Normalmente confeccionadas em fibra de vidro ou em aço. Podem ter tamanhos de 10, 20, 30, 50 ou até 100m.
Receptores GPS	Instrumento geodésico que tem a finalidade de determinar as coordenadas geográficas, bem como a altitude, de pontos na superfície terrestre. A determinação dos dados citados é feita através da recepção de sinais emitidos por satélites em órbita no espaço.
Estação Total	Estação total ou taqueômetro eletrônico: A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como consequência o surgimento destes novos instrumentos, que nada mais é do que teodolitos eletrônicos digitais com Distanciômetro eletrônicos incorporados e montados num só bloco. Isto traz muita vantagem para a automação de dados, podendo inclusive armazenar os dados coletados e executar alguns cálculos mesmo em campo. Ou seja, faz o trabalho dos dois instrumentos citados com muito mais precisão e rapidez, além de possibilitar a armazenagem de dados.
Bússola	Instrumento que tem a finalidade de determinar ângulos Azimutais ou rumais. Temos a bússola que possui limbo e outra (Declinatória) que utiliza o limbo do instrumento ao qual ela está acoplada.
Tripé	Suporte portátil que possui três pernas corrediças e uma base, sobre a qual se acoplam os instrumentos como o Estação Total, nível, etc.
Bastão	Instrumento que serve para elevar o ponto topográfico com o objetivo de torná-lo visível. Possui encaixe ou rosca para adaptação de antena GPS ou prisma.
Prisma	Instrumento destinado à reflexão do sinal emitido por um Distanciômetro ou uma Estação Total.
Baliza	Haste de ferro, geralmente com 2 metros de comprimento e seção circular com aproximadamente 1,5cm de diâmetro. Utilizada para auxiliar nas medições angulares e lineares. São pintadas em intervalos variados nas cores vermelho e branco para facilitar a visualização à distância e dentro do mato.
Umbrela	Serve para proteger o instrumento dos raios solares ou chuviscos esporádicos. A exposição dos instrumentos a estas condições poderá causar sérios danos aos mesmos.

Fonte: adaptado de Alencar (2015).

A estação total, é o principal instrumento de medição de ângulos e distâncias de forma eletrônica. A estação total seria a junção do teodolito eletrônico digital com o distanciômetro eletrônico, montados em um só bloco, além da memória interna para armazenar pontos observados em campo. (TULER; SARAIVA 2014).

Abaixo, na figura 1 são demonstradas as imagens dos principais equipamentos utilizados na topografia:

Figura 1 – Exemplos de Equipamentos da Topografia



Fonte: adaptado da Empresa GerAltop, 2020.

De acordo com Oliveira et al (2016, p.8), os instrumentos utilizados em Topografia são construídos de maneira a proporcionar, com a maior precisão possível, valores dos ângulos horizontais e verticais. Mesmo assim, como qualquer outro instrumento de precisão, devemos proceder periodicamente à verificação das condições que o equipamento deve atender e, quando estas condições não forem suficientes para proporcionar uma precisão adequada ao trabalho que estamos conduzindo, deve então o instrumento ser submetido a uma retificação.

Alencar (2015, p.10-11), define abaixo cada um dos instrumentos da topografia:

a) Trena: Instrumento de medição direta de distâncias. Normalmente confeccionadas em fibra de vidro ou em aço. Podem ter tamanhos de 10, 20, 30, 50 ou até 100m.

b) GPS: são o instrumento geodésico que tem a finalidade de determinar as coordenadas geográficas, bem como a altitude, de pontos na superfície terrestre. A determinação dos dados citados é feita através da recepção de sinais emitidos por satélites em órbita no espaço.

c) Estação Total: é o instrumento eletrônico que funciona como teodolito e distanciômetro ao mesmo tempo. Ou seja, faz o trabalho dos dois instrumentos citados com muito mais precisão e rapidez, além de possibilitar a armazenagem de dados.

d) Bussola: é um instrumento que tem a finalidade de determinar ângulos Azimutais ou rumais. Temos a bússola que possui limbo e outra (Declinatória) que utiliza o limbo do instrumento ao qual ela está acoplada.

e) Tripé: suporte portátil que possui três pernas corredeiras e uma base, sobre a qual se acoplam os instrumentos como o teodolito, nível, etc.

f) Bastão: instrumento que serve para elevar o ponto topográfico com o objetivo de torná-lo visível. Possui encaixe ou rosca para adaptação de antena GPS ou prisma.

g) Prisma: instrumento destinado à reflexão do sinal emitido por um distanciômetro ou uma estação total.

h) Baliza: haste de ferro, geralmente com 2 metros de comprimento e seção circular com aproximadamente 1,5cm de diâmetro. Utilizada para auxiliar nas medições angulares e lineares. São pintadas em intervalos variados nas cores vermelho e branco para facilitar a visualização à distância e dentro do mato.

i) Umbrela: serve para proteger o instrumento dos raios solares ou chuviscos esporádicos. A exposição dos instrumentos a estas condições poderá causar sérios danos aos mesmos.

## 2.2 - ASPECTOS GERAIS DO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

De acordo com a ABNT (1994), o levantamento topográfico é definido como:

Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também predeterminada e/ou pontos cotados. (BRASIL, ABNT, 1994).

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.

Junior (2013, p.9), comenta que o Levantamento Topográfico, pode ser dividido em planimétrico, altimétrico e planialtimétrico. O levantamento, de forma geral, consiste em recolher todas as medições e características importantes que há no terreno e representar no papel em escala e com orientação.

Quadro 2 – Classificação do levantamento topográfico

Tipo de levantamento topográfico	Características
Planimétrico	É aquele que visa caracterizar a área em um plano, ou seja, em planta
Altimétrico	São todo aquele que visa caracterizar a altura relativa a uma superfície de referência de pontos em uma área determinada. Quando a superfície de referência for o nível médio dos mares a altura relativa denomina-se altitude. Quando for uma superfície arbitrária a altura relativa denomina-se cota.
Planialtimetria	Aplica técnicas da planimetria e altimetria para construção da planta com curvas de nível.

Fonte: adaptado de STOLF (2019, p.30).

A Planimetria estuda os instrumentos e métodos utilizados para obtenção da representação de uma determinada área, em escala, sem dar ideia do relevo. A Altimetria estuda os instrumentos e métodos utilizados para obtenção da representação de uma determinada área, em escala, dando ideia apenas do relevo. A Planialtimetria estuda os instrumentos e métodos utilizados para obtenção da representação de uma determinada área, em escala, unindo a planimetria e altimetria. (AUGUSTO JUNIOR, 2013, P.8).

Nos levantamentos planimétricos basicamente são calculadas as áreas e localizados pontos de interesse, já nos levantamentos altimétricos são levados em consideração os valores de altitude e com isto é possível representar com boa aproximação as curvas de nível do terreno e com isto através do cálculo de corte e aterro tronar uma área antes declivosa em plana. (RODRIGUES, 2011, P.11).

O levantamento Altimétrico, também denominado nivelamento, é o “levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhes, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando a representação altimétrica da superfície levantada” (ABNT, 1994, p.3).

“Levantamento topográfico planialtimétrico acrescido dos elementos planimétricos inerentes ao levantamento planimétrico cadastral, que devem ser discriminados e relacionados nos editais de licitação, propostas e instrumentos legais entre as partes interessadas na sua execução.” (NBR 13133, 1994, p.3).

Por fim, o levantamento planialtimétrico é aquele onde dados planimétricos e altimétricos são coletados com a finalidade de representação gráfica (TULER; SARAIVA, 2014).

### 3 METODOLOGIA

Para Prodanov (2013, p. 24), diferentemente dos métodos de abordagem, os métodos de procedimentos, também chamados de específicos ou discretos, estão relacionados com os procedimentos técnicos a serem seguidos pelo pesquisador dentro de determinada área de conhecimento.

A pesquisa foi dividida conforme a classificação de Vergara (2011, p.43), que classifica as pesquisas segundo a abordagem, aos seus fins ou objetivos e segundo aos seus meios de coleta de dados.

No que se refere à abordagem da pesquisa, optou-se pela qualitativa, que se aplica ao estudo da história, das relações, das representações, das crenças, das percepções e das opiniões, produtos das interpretações que os humanos fazem a respeito de como vivem, constroem seus artefatos e a si mesmos, sentem e pensam. (MINAYO, 2010, p.57).

Quanto aos objetivos a pesquisa é descritiva que segundo Prodanov (2013, p. 127), é aquela que expõe as características de uma determinada população ou fenômeno, demandando técnicas padronizadas de coleta de dados e exploratórios que segundo o mesmo autor é aquela que visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre ele.

No que diz respeito aos meios utilizados para a coleta de dados teóricos, foi utilizado pesquisa do tipo bibliográfica e documental que segundo Vergara:

Bibliográfica é aquela que é estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral. Documental é aquela que é realizada em documentos conservados no interior de órgãos públicos e privados de qualquer natureza, ou com pessoas: registros, anais, regulamentos, circulares, ofícios, memorandos, balancetes, comunicações informais, filmes, microfilmes, fotografias, videoteipe, informações em disquete, diários, cartas pessoais e outros". (VERGARA, 2011, p.43).

Os dados da pesquisa documental foram coletados na empresa GerAltop, na cidade de Iranduba, situada na Travessa Matrinchã, 17, Segundo Piso, Centro, Iranduba-AM. CEP: 69.415-000. E-mail: geraltop@geraltop.com.br.

A empresa atua no ramo de topografia de Projetos de loteamentos, Chácaras e casas; Licença ambiental e assessoria documental; Planialtimétria e acompanhamento de obras; Georreferenciamento cadastral para o INCRA; Demarcação de divisa com abertura de picada; Documentação, desmembramento e unificação de terreno.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 - IMPORTÂNCIA DA TOPOGRAFIA NOS PROJETOS DE ENGENHARIA

Segundo Souza (2018, p.1), a topografia está presente em diversas fases de um projeto, haja vista que a mesma auxilia nas etapas que vão desde as fases que antecedem a execução de uma obra, como nas etapas de planejamento e projeto, até na execução e acompanhamento.

Segundo Veiga, Zanetti e Faggion (2012, p.4), a Topografia é a base para diversos trabalhos de Engenharia, onde o conhecimento das formas e dimensões do terreno é importante. Alguns exemplos de aplicação da topografia: Projetos e execução de estradas; Grandes obras de engenharia, como pontes, viadutos, túneis, portos, etc.; Locação de obras; Trabalhos de terraplenagem; Monitoramento de estruturas; Planejamento urbano; Irrigação e drenagem; e Reflorestamentos.

Para Junior (2018, p.16), a topografia pode ser considerada essencial em qualquer tipo de projeto de engenharia ou arquitetura. Ela é utilizada nas construções de obras viárias, núcleos habitacionais, edifícios, aeroportos, hidrografia, usinas

hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, entre outras atividades relacionadas a engenharia e a arquitetura.

Dentro da engenharia civil a topografia se destaca para projetos de edificações, visando o nivelamento e alinhamento da construção. Além de estudos para construção de estradas, sejam elas rodovias ou ferrovias, onde o levantamento topográfico será a base para o anteprojeto, a fim de delimitar o traçado geométrico e a distribuição de terras entre cortes e aterros por meio de um planejamento de terraplanagem.

O estudo de viabilidade de um projeto é utilizado no sentido de demonstrar ao empreendedor a importância de uma análise que precede a abertura do negócio, onde podem ser levantadas noções de riscos e pontos de sustentabilidade para o negócio. (SILVA; PARIZZI, 2015, p. 3).

Martins et al (2019, p.2), a análise de viabilidade de um projeto é necessária para que haja a redução das incertezas e dos riscos que o empreendedor poderá enfrentar e assim o conceito da viabilidade deve ser estruturado de acordo com os aspectos estruturais e administrativos da futura empresa para, por fim, encontrar a melhor forma de prestar o serviço.

## **4.2 - PESQUISA DOCUMENTAL**

### **4.3 - CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO**

No que diz respeito ao universo segundo Gil (2010), é um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características; enquanto que, a amostra é um subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população.

Como Universo foi escolhido o município de Iranduba, um município brasileiro localizado na Região Metropolitana de Manaus, no estado do Amazonas. Situado à margem esquerda do Rio Solimões, está conectado à capital amazonense através da Ponte Jornalista Phelippe Daou. Segundo estimativas do IBGE de 2020, o município possuía 49 011 habitantes. Distante de Manaus a 4,5 km de distância. Iranduba inicia no distrito de Cacau Pirera seguindo para os demais distritos: Janauari, Paricatuba, Açutuba, Lago do Limão, Acajatuba e Ariaú. E ainda comunidades situadas do lado do Rio Solimões: Ilha da Paciência.

A amostra, foi composta pela Rodovia Manoel Urbano, situada na AM-070, com 93 (noventa e três) quilômetros de extensão. Possui 3 (três) pontes, incluindo a Ponte Jornalista Phelippe Daou que liga os municípios de Manaus, Iranduba e Manacapuru.

O empreendimento prevê a implantação de 652 lotes, distribuídos em 19 quadras, destinados para uso residencial, com uma área de 141.842,03 m<sup>2</sup>, 01 lote para área institucional e 01 lote para área de lazer, totalizando 654 lotes. O lote destinado para área de lazer fica localizado na quadra 01 lote 01 com uma área de 2.791,31 m<sup>2</sup>. O lote destinado para área institucional fica localizado na quadra 01 lote 02 com uma área de 16.186,69 m<sup>2</sup>. O acesso ao empreendimento se dá pela Rodovia Manoel Urbano. O empreendimento possui ainda uma área de 31.722,24 m<sup>2</sup> de área verde, 58.468,35 m<sup>2</sup> de APP, e 50.770,96 m<sup>2</sup> de Sistema Viário. Área Concessões, Gás e Elétrica com 26.229,88 m<sup>2</sup> - 2,622 ha.

Foram realizados alguns passos importantes para o levantamento topográfico da área estudada:

**1ª** Etapa: foi realizado um memorial descritivo da obra.

**2ª** Etapa: O profissional topógrafo começa determinando alguns pontos de referência que vão ajudar a situar os elementos do terreno, e para isso ele começa marcando um ponto aleatório com coordenadas, chamado ponto de partida, e sobre esse ponto será posicionado a Estação Total, que é o ponto de referência para os demais pontos.

**3ª** Etapa: nesta etapa um assistente vai se posicionar com um prisma no local onde será marcado o segundo ponto desta poligonal, com um sensor infravermelho a estação total vai indicar a distância do primeiro ao segundo ponto e os ângulos entre eles, e o processo vai se repetindo até que esse polígono seja fechado.

Figura 2 - Levantamento topográfico em campo com aparelho Estação Total

Figura A



Figura B



Fonte: Empresa GerAltop, 2020

**4ª** Etapa: Nesta etapa a estação total vai armazenar os dados colhidos, e essas informações podem ser enviadas para um computador onde será elaborado a planta topográfica e de posse de todos os dados coletados com as etapas acima, gerar o memorial descritivo, para isso utiliza o software chamado Topograph, seguindo as exigências da ABNT através da NBR 6.492.1994.

As informações Cartográficas que deverão constar na planta e memorial descritivo do imóvel, em conformidade com ABNT, NBR 13133 de 30.06.94 é necessário consultar ainda Decreto 89817 de 20.06.84, Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, quanto aos padrões de exatidão, NBR's complementares, Lei 10.267 de 28.08.01 que institui o Sistema Público de Registros de Terras, Decreto 4449 de 30 de outubro de 2002. (ALVES, 2017).

A planta topográfica é fundamental no momento de planejamento e projeto da construção. Com ela, o topógrafo acompanha a execução da obra, verificando se a mesma está bem alinhada e posicionada, além de poder trabalhar no monitoramento da obra, identificando se houve deslocamentos de estruturas. Além disso o projeto topográfico facilita a visualização, dessa forma, além de auxiliar na avaliação do preço, ajuda também a avaliar a viabilidade financeira do projeto. (BARBALHO ET AL, 2018).

Levantamentos Planialtimétricos, são essenciais para os profissionais da área da construção civil.

O levantamento planialtimétrico é fundamental para que se possa conhecer a superfície de um determinado terreno. A realização desse levantamento permite que sejam obtidas as coordenadas x, y e z de um ou mais pontos ao longo de uma determinada área. Um de seus principais produtos, além do levantamento do perímetro do imóvel, é a obtenção das curvas de nível do terreno. (MACHADO, 2019, P.1).

Figura 3 - Levantamento topográfico em campo com aparelho RTK



Fonte: Empresa GerAltop, 2020.

O memorial descritivo é um documento público e obrigatório pela Lei 4.591, de 16 de dezembro de 1964, que deve ser elaborado antes do lançamento do empreendimento ao qual se refere. Na elaboração do memorial descritivo, determinado projeto deve estar descrito de forma detalhada e aprofundada e abordar todos os setores do projeto. (LIMA, 2017, P1).

Abaixo são apresentadas por meio dos documentos originais o levantamento topográfico do terreno estudado como objeto do estudo para loteamento, realizado pela Empresa GerAltop.

Segundo, ainda, Lima (2017, p.1), Além de ser uma exigência legal, a elaboração do memorial descritivo é uma maneira de provar a seriedade da sua construtora. Já que não é incomum consumidores serem vítimas de problemas de entrega na construção civil, principalmente quando se trata de empreendimentos na planta.

Figura 4 – Memorial descritivo do levantamento topográfico



**MEMORIAL DESCRITIVO**

Localização: RODOVIA MANOEL URBANO, KM 11, LOTE 35, GLEBA CACAU PIRERA, PIC BELA VISTA  
Proprietário: RETORNO EMPREENDIMENTOS LTDA  
Município: IRANDUBA - AM  
Área (m<sup>2</sup>): 320.684,00 m<sup>2</sup>  
Perímetro (m): 978,68 m

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice **AJ4-M-9727**, de coordenadas N 9.645.763,840m e E 814.623,770m, situado no limite com **LOTE 33**, com o azimute de 178°40'58" e distância de 658,56m, até o vértice **AJ4-M-A420**, de coordenadas N 9.645.105,450m e E 814.638,910m; deste segue confrontando com **LIMITE DE DOMÍNIO GASODUTO**, com o azimute de 174°16'06" e distância de 53,77m, até o vértice **AJ4-M-A425**, de coordenadas N 9.645.051,950m e E 814.644,280m; deste segue confrontando com **LOTE 33**, com o azimute de 178°28'09" e distância de 530,43m, até o vértice **AJ4-M-8489**, de coordenadas N 9.644.521,710m e E 814.658,450m; deste segue confrontando com **LOTE 02**, com o azimute de 269°49'17" e distância de 259,97m, até o vértice **AJ4-M-8382**, de coordenadas N 9.644.520,900m e E 814.398,480m; deste segue confrontando com **LOTE 37**, com o azimute de 358°36'13" e distância de 478,88m, até o vértice **AJ4-M-A426**, de coordenadas N 9.644.999,640m e E 814.386,810m; deste segue confrontando com **LIMITE DE DOMÍNIO GASODUTO**, com o azimute de 0°26'08" e distância de 49,98m, até o vértice **AJ4-M-A402**, de coordenadas N 9.645.049,620m e E 814.387,190m; deste segue confrontando com **LOTE 37**, com o azimute de 358°43'17" e distância de 694,20m, até o vértice **AJ4-M-9869**, de coordenadas N 9.645.743,650m e E 814.371,700m; deste segue confrontando com **RODOVIA MANOEL URBANO**, com o azimute de 85°25'14" e distância de 252,88m, até o vértice **AJ4-M-9727**, de coordenadas N 9.645.763,840m e E 814.623,770m; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todas as coordenadas aqui encontram-se representadas no Sistema UTM, referenciadas ao **Meridiano Central 63° WGr**, tendo como **Datum** o **SIRGAS2000**. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM.

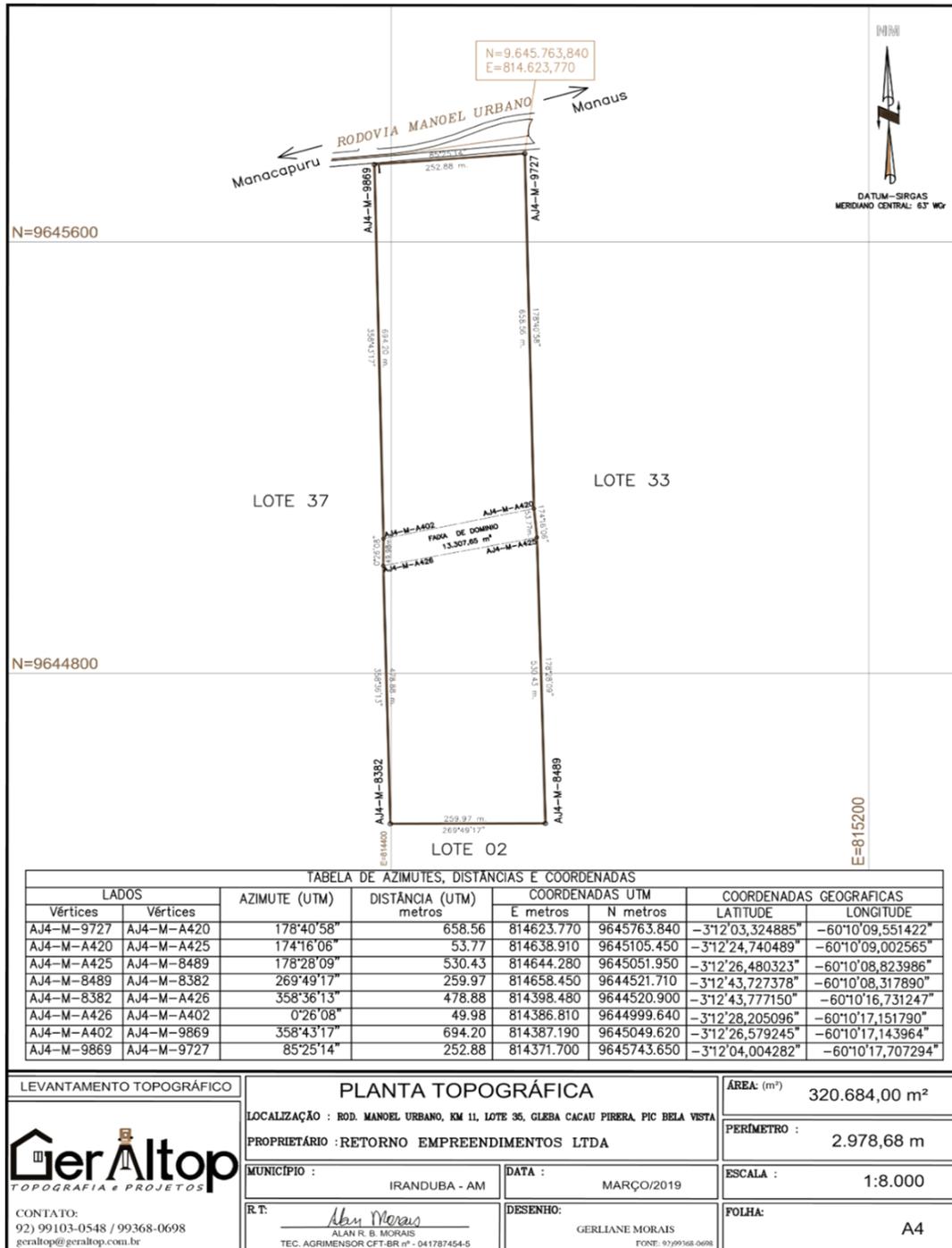
IRANDUBA - AM, 28 de março 2019.



---

Resp. Técnico: Alan Ribeiro Bento Moraes  
Tec. Agrimensor CFT-BR nº - 041787454-5  
Código Credenciamento: GYQY

Figura 5 – Planta topográfica de levantamento

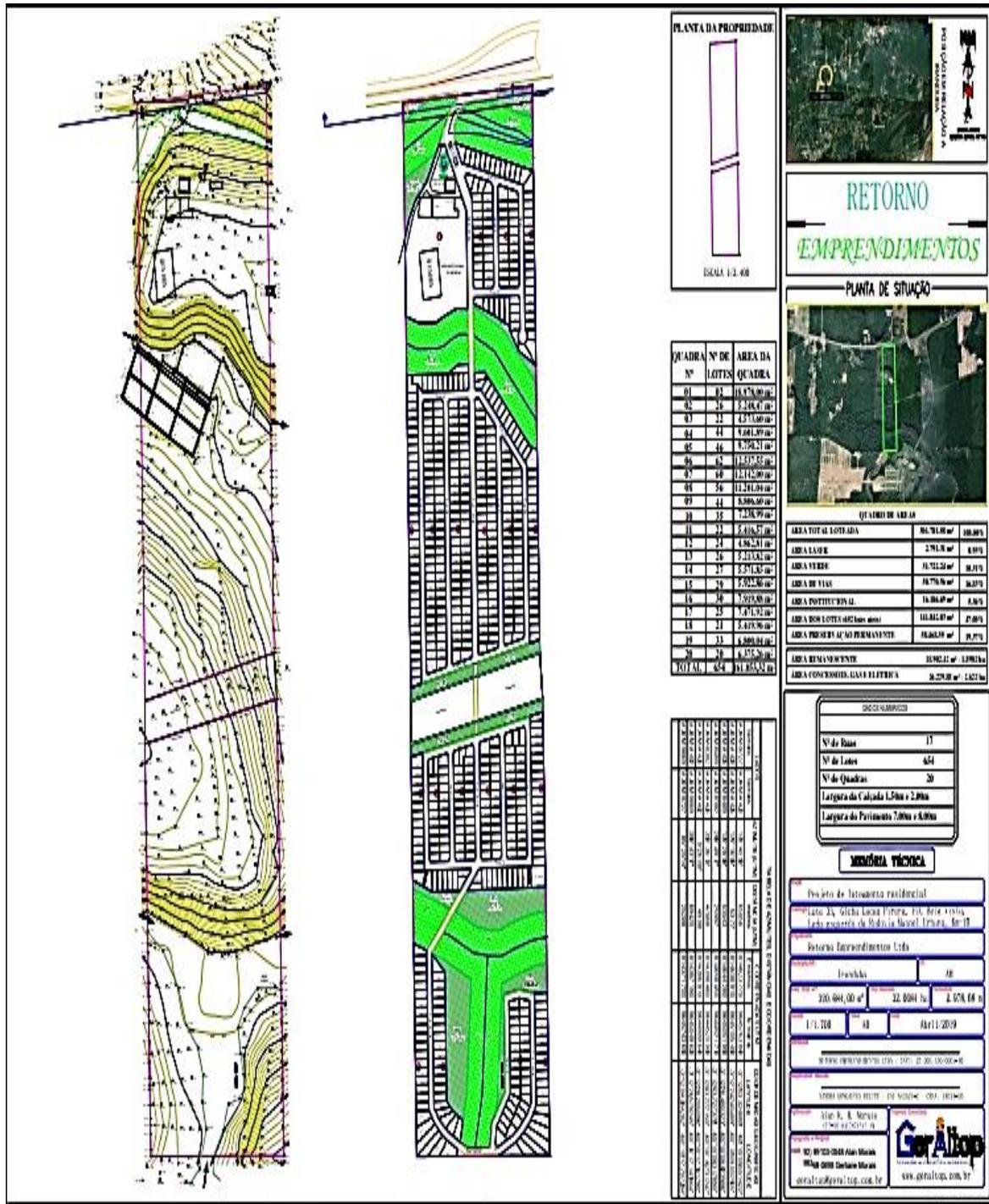


Fonte: Empresa GerAltop (2020)

A planta topográfica é uma das peças técnicas que deve ser entregue em todo trabalho técnico topográfico realizado. Juntamente com a mesma normalmente também deve ser entregue um memorial descritivo e uma ART. (GIOVANINI, 2019).

Na prática, a planta topográfica fornece informações sobre relevo, curvas de nível, perfil longitudinal, seções transversais, elementos existentes no local, metragem, cálculo de área, pontos cotados, norte magnético, coordenadas geográficas, acidentes geográficos. (NAKAMURA, 2019, P.1).

Figura 6 – Planialtimetria e projeto de loteamento



Fonte: Empresa GerAltop (2020)

O levantamento topográfico deve representar as características da superfície de um terreno bem como as dimensões dos lotes fornecendo dados confiáveis para que, depois de interpretados e manipulados, possam contribuir nos projetos arquitetônico e de implantação. Os levantamentos topográficos geralmente são apresentados através de desenhos de curvas de nível e de perfis. (PEREIRA, 2018, P.1).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A topografia, dentro da área de engenharia atua como auxílio aos projetos de edificações e tem como finalidade o nivelamento e alinhamento das construções, bem como, é a base essencial de qualquer projeto seja ele de engenharia ou de arquitetura. Neste caso, o estudo levantado foi o levantamento topográfico de um terreno para empreendimentos de loteamento, o que torna a topografia ferramenta de suma importância para o conhecimento do terreno assegurando assim a perfeita execução do serviço de construção do empreendimento.

O levantamento topográfico em campo foi feito para colher os dados para elaboração da planta topográfica com suas respectivas medidas, distancias e azimutes, área, perímetro, coordenadas UTM e geográficas, do Loteamento Retorno Empreendimentos, no qual possui uma medição de uma área total de 320.684,00 m<sup>2</sup>, com o perímetro de 2.978,68 m, localizado na Rodovia Manoel Urbano, km 11, Lote 35, Gleba Cacau Pirera, Pic Bela Vista, no município de Iranduba/AM.

No entanto, observa-se que não basta apenas realizar o levantamento topográfico de uma área, este deve ser realizado com eficiência e eficácia para que tenha sucesso na obra, ou seja, ele deve ser realizado com exatidão, para que se evite erros haja vista ser o empreendimento um negócio que envolve vidas humanas.

O levantamento topográfico realizado no terreno pela empresa GerAltop, adotou diversas etapas para que fosse realizado com eficiência e eficácia como a coleta, processamento e tratamento de dados, disposição e gerenciamento das informações coletadas, no qual compôs o documento da planta da área levantada.

A pesquisa atendeu de maneira satisfatória aos objetivos propostos, uma vez que após o levantamento topográfico, pode ser observado que a viabilidade da construção do empreendimento na área estudada é notória e envolve todos os âmbitos levantados para essa viabilidade.

Conclui-se por fim, que o projeto de levantamento topográfico é essencial para que seja analisada a viabilidade de um empreendimento, principalmente no mercado imobiliário onde os empreendedores procuram apresentar em seus empreendimentos os diferenciais da concorrência ou seja, pensar num projeto de loteamento, devem ser primeiramente levados em conta uma série de observações para que este seja um sucesso.

## REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.133** – Execução de levantamento topográfico - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ALENCAR, Humberto. **Instrumentos e acessórios topográficos**. Apostila de Topografia. 2015. Disponível em <https://www.reativarambiental.com/acessorios-topograficos.html>. Acesso em 20 de outubro de 2020

ALVES, Paulo Cesar Abreu. **Como fazer memorial descritivo para usucapião**. 2017. Disponível em [https://www.academia.edu/7963655/Como\\_fazer\\_memorial\\_descritivo\\_para](https://www.academia.edu/7963655/Como_fazer_memorial_descritivo_para). Acesso em 23 de outubro de 2020.

BARBALHO, Leonardo Vieira; GRAÇA, Alan José Salomão; NETTO, Sergio Orlando Antoriun. **Levantamentos terrestres aplicados ao parcelamento do solo urbano**: um estudo de caso em Bangú, Rio de Janeiro – RJ: 2018. Disponível em

file:///C:/Users/baronesa/.pdf. Acesso em 23 de outubro de 2020.

**BRASIL. LEI Nº 4.541, DE 16 DE DEZEMBRO DE 1964. DISPÕE SOBRE O CONDOMÍNIO EM EDIFICAÇÕES E AS INCORPORAÇÕES IMOBILIÁRIAS. DISPONÍVEL EM [HTTP://WWW.PLANALTO.GOV.BR](http://www.planalto.gov.br). ACESSO EM 14 DE NOVEMBRO DE 2020.**

**COSTA, NARA. O FUTURO DA TOPOGRAFIA: A TECNOLOGIA E O DESTINO DO PROFISSIONAL DO SETOR. 2018. DISPONÍVEL EM [HTTP://GEOEDUC.COM/2018/05/16/O-FUTURO-DA-TOPOGRAFIA/](http://geoeduc.com/2018/05/16/o-futuro-da-topografia/). ACESSO EM 23 DE OUTUBRO DE 2020.**

DA SILVA, Eduardo Vidal Magalhães. **Estudo dos avanços tecnológicos na locação de obras de edificações**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro

DE JESUS, Ana Paula Reis M; CARVALHO, Patrícia de Souza; SILVA, Auxiliadora de Aquino. **A importância da análise de viabilidade econômica para a implantação de um empreendimento imobiliário**. 2016. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba.

FORTES, Bernardo Antônio Couto. **Estudo de planejamento para a implementação de construção industrial em aço**. 2009.

GIOVANINI, Adenilson. **Planta Topográfica**. O que é e como produzir. Disponível em <https://adenilsongiovanini.com.br/blog/2019/12/09/planta-topografica/>. Acesso em 26 de novembro de 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

JUNIOR, Edson Enir Silveira. **Segurança do trabalho em serviços topograficos** Florianópolis 2018. Disponível em <https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5730>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

JUNIOR, José Machado C. **Topografia Geral**. 2013. Disponível em [http://files.labtopope.webnode.com/APOSTILA\\_Topografia%20Geral%20-UFRPE\\_2013.pdf](http://files.labtopope.webnode.com/APOSTILA_Topografia%20Geral%20-UFRPE_2013.pdf). Acesso em 21 de outubro de 2020.

**LIMA, TOMÁS. MEMORIAL DESCRITIVO: O QUE É E QUAIS TIPOS EXISTEM. 2017. DISPONÍVEL EM [HTTPS://WWW.SIENGE.COM.BR/BLOG/MEMORIAL-DESCRITIVO-O-UE-E/](https://www.sienge.com.br/blog/memorial-descritivo-o-ue-e/). ACESSO EM 11 DE NOVEMBRO DE 2020.**

LIMMER, Carl V. **Planejamento, orçamentação e controle e projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

LIMA, Simoney Ferreira. **Agropecuária: Topografia**. 2012. Instituto Federal Amazonas e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e -Tec Brasil.

MACHADO, Paula. **Levantamento Planialtimétrico: o que é e suas vantagens**. 2019. Disponível em <https://www.visaogeo.com.br/levantamento-planialtimetrico-o-que-e-e->

suas-vantagens. Acesso em 14 de novembro de 2020.

MARTINS, Pablo Luiz; DIAS, Fabiana Aparecida; MALTA, Letícia Pinheiro; FIRMINO, Poliana de Almeida; BORBA, Erica Loureiro. **Análise de Viabilidade Econômica de Negócios: Um Estudo de Correlações de Trabalhos de Graduação.** 2019.

MINAYO, M.C. de S. (2010). **O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde.** (12ª edição). São Paulo: Hucitec-Abrasco.

**NAKAMURA, JULIANA. O QUE É TOPOGRAFIA E QUAL SUA IMPORTÂNCIA PARA A CONSTRUÇÃO?. 2019. DISPONÍVEL EM [HTTPS://WWW.BUILDIN.COM.BR/TOPOGRAFIA/](https://www.buildin.com.br/topografia/). ACESSO EM 26 DE NOVEMBRO DE 2020.**

OLIVEIRA, Karen Cristina Resende; JASKOSKI, Cássio Resende; GENTIL, Wanderlubio Barbosa; GENTIL, Caroline Duarte Alves. **Verificação e Proposta de Retificação de Aparelhos Topográficos.** 2016. Disponível em <http://www.ifg.edu.br/200oliveira.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2020.

OLIVEIRA, Julio Cesar. **Conceitos b conceitos básicos sobre sicos sobre posicionamento por sat posicionamento por satélites artificiais.** 2011. Disponível em [http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apresentacao\\_GPS.pdf](http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apresentacao_GPS.pdf). Acesso em 26 de novembro de 2020.

PEREIRA, Rogers Ademir Drunn. **Introdução ao estudo da topografia.** Pelotas, Ed. da UFPel, 2019. 163 p.: il.

PIZETTA, Kenia Fiorio. **Adaptação de métodos e instrumentos da topografia e da cartografia no ensino de matemática.** Universidade Estadual do Norte Fluminense. Goitacazes-RJ. 2015. Disponível em <http://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content/uploads/sites/14/2017/09/29042015Kenia-Fiorio-Pizetta.pdf>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, Juliano do Prado. **Topografia e Georrefenciamento no contexto da Prefeitura Municipal de São Gabriel – RS.** 2011. Universidade Federal do Pampa. Disponível em <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariaflorestal/files/2014/06/>.pdf. Acesso em 19 de outubro de 2020.

SILVA, Diego Fernandes; PARIZZI, Carmelinda. Análise da viabilidade econômico-financeira do projeto de abertura de uma empresa de alimentação coletiva. 2015. Disponível em: Acesso em: 19 de outubro de 2020.

**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%A7C3%A30%20DA,NIVELAMENTO%20DO%20TERRENO%20\(TERRAP](http://geoeduc.com/2018/12/03/qual-a-importancia-topografia-para-a-construcao-uc3a7c3a3020da,nivelamento20do20terreno20(terrap)**

**L).ACESSO EM 23 DE OUTUBRO DE 2020.**

STOLF, Gabriel Gutijahr. **Mapeamento de Rede de Infraestrutura Urbana**: Estudo de Caso – Atualização do Mapeamento da Rede Lógica da Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis 2019. Apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina.

TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio. **Fundamentos de topografia**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; FAGGION, Pedro Luis Faggion. **Fundamentos da Topografia**. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura Universidade Federal do Paraná. 2012.manue

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

[www.google.com](http://www.google.com), acesso em 20 de outubro de 2020.

# Capítulo 10

*Estudo comparativo entre uma residência de estrutura de concreto armado e uma residência de estrutura de madeira; Vantagens e desvantagens.*

*Hanna Edivirgem Rachid*

*Rodrigo Afonso Nascimento do Amaral*

*Frank Henrique Santos Fontineles*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** A busca por estruturas cada vez mais econômicas, com sistemas construtivos mais eficientes é uma tendência do setor da construção civil. Neste artigo foi desenvolvida uma comparação entre dois tipos de residências com estruturas diferentes. Para a elaboração deste artigo, metodologia utilizada foi uma revisão bibliográfica por meio de artigos e pesquisas na internet utilizando a ferramenta Google como objeto de pesquisa. Diante disto, este artigo é justificado por realizar um estudo comparativo entre a utilização da estrutura de concreto armado e da estrutura de madeira apresentando suas vantagens e desvantagens para posteriormente avaliar qual será a estrutura mais viável para construção levando em consideração o estudo, a especificação dos materiais adequados e a determinação de soluções econômicas assim como a harmonia entre arquitetura e estrutura. Os dois tipos de estruturas oferecem várias vantagens, sendo que uma talvez se sobressaia em relação à outra em algum dos quesitos. Porém, não há como se afirmar qual delas é a melhor, pois isso irá variar de acordo com as necessidades específicas de cada projeto. Mas, podemos dizer que será possível escolher aquela em que se adequará melhor as necessidades do projeto. Para isso, deve-se adotar a estrutura em razão dos benefícios que trará ao projeto.

**Palavras-chave:** Estruturas, concreto armado, madeira.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por estruturas cada vez mais econômicas, com sistemas construtivos mais eficientes com menor prazo de execução e economia é uma tendência do setor da construção civil. Neste trabalho foi desenvolvida uma comparação entre dois tipos de residências com estruturas diferentes.

Conforme observamos no nosso dia a dia, faz-se necessário que existam opções construtivas diferentes no mercado para que ao iniciar uma obra possamos escolher qual tipo de sistema estrutural terá uma maior quantidade de benefícios para o empreendedor quanto para o empreendimento. Para realizar o tipo de escolha sobre o sistema estrutural a ser utilizado, será necessário fazer uma comparação entre os tipos existentes, analisando as vantagens e as desvantagens do tipo de material.

Dentre os vários tipos de estruturas existentes, neste artigo será destacado o concreto armado e a madeira. O concreto armado é um tipo de estrutura que utiliza armações feitas com barras de aço. Essas ferragens são utilizadas devido à baixa resistência aos esforços de tração do concreto, que tem alta resistência à compressão (LIMA, 2018).

A madeira é um dos materiais de construção mais antigos e mais utilizados em todo o mundo. Em quase todas as obras é possível encontrar a aplicação dessa matéria-prima. O seu peso próprio é uma das vantagens, que chega a ser um terço mais leve que as estruturas de aço.

Portanto, para a elaboração deste artigo, metodologia utilizada foi uma revisão bibliográfica por meio de artigos e pesquisas na internet utilizando a ferramenta Google como objeto de pesquisa.

Sabe-se que ambos os sistemas estruturais Madeira e Concreto, são viáveis de serem executados em uma obra de edificação residencial. Entretanto, avaliar as características, as vantagens e desvantagens em ambos os sistemas torna-se primordial para a escolha mais adequada do tipo de estrutura.

Diante disto, este artigo é justificado por realizar um estudo comparativo entre a utilização da estrutura de concreto armado e da estrutura de madeira apresentando suas vantagens e desvantagens para posteriormente avaliar qual será a estrutura mais viável para construção levando em consideração o estudo, a especificação dos materiais adequados e a determinação de soluções econômicas assim como a harmonia entre arquitetura e estrutura.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Podemos dizer que no Brasil, o concreto armado é o material mais comum e mais tradicional nas estruturas. Quando pensamos em construir a estrutura de uma edificação, já pensamos logo em cimento, areia, brita, varas de ferro, forma, escoras. O concreto já faz parte da cultura construtiva do brasileiro.

O concreto armado tem em sua composição a mistura de cimento, areia, brita e utiliza armações feitas com barras de aço. Por conta desses materiais, é possível obter formas arrojadas e projetos mais complexos. Essa composição é que permite o uso de fôrmas com vários desenhos e assim, bastante versatilidade na execução do projeto (SANTORO, 2017).

As barras de aço inseridas no concreto são protegidas contra corrosão devido ao concreto ser alcalino. O uso de aço em vigas e pilares em uma estrutura de concreto armado torna-se indispensável e, portanto o dimensionamento precisa ser calculado

detalhadamente seguindo todas as normas vigentes dos órgãos reguladores (PEREIRA, 2019).

Concreto Armado é um material de construção resultante da união do concreto simples e de barras de aço, envolvidas pelo concreto, com perfeita aderência entre os dois materiais, de tal maneira que resistam ambos solidariamente aos esforços a que forem submetidos (JÚNIOR, 2020).

Para a composição do concreto armado, pode-se indicar esquematicamente na Tabela 1:

Tabela 1 - Esquema de composição do concreto armado

Esquema de composição do concreto armado			
Composição		Resultado	
Cimento + água		Pasta de cimento	
Pasta de cimento + agregado miúdo		Argamassa	
Argamassa + agregado graúdo		Concreto	
Concreto + armadura de aço	Subdivisões	Concreto armado.	
		Concreto + armadura passiva	Concreto armado
		Concreto + armadura ativa	Concreto protendido Obs.: neste caso a armadura (ou a cordoalha) é preliminarmente submetida a esforços de tração visando melhorar o desempenho estrutural da peça a ser concretada.

Fonte: JÚNIOR, 2020.

### 2.1.1 CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO ARMADO

Conforme algumas leituras vimos que o uso do concreto armado dispensa a necessidade existência de um número muito grande de vigas ou pilares devido a sua durabilidade, pois a estrutura pode suportar sozinha o espaço de grandes vãos (ÁVILA, 2020).

Ainda segundo Ávila (2020), os cálculos de dimensões devem estar presentes logo no projeto, As dimensões definem tanto a bitola de aço, vigas, lajes, blocos e todo o necessário para a obra. Além disso, a estrutura de ferro armado pode assumir qualquer forma. Isso porque é possível curvÁ-la segundo a necessidade da obra. O metal também recebe proteção contra a corrosão, para que a estrutura permaneça intacta por anos.

### 2.1.2 TIPOS DE CONCRETO

#### 2.1.2.1 CONCRETO USINADO OU PRONTO

Segundo Mayor (2020), este tipo de concreto é preparado em empresas concreteiras e transportado até o canteiro por meio de caminhões betoneiras pronto para utilização. Além de proporcionar concreto de melhor desempenho, a dosagem adequada dos insumos proporciona mais segurança e durabilidade.

O concreto entregue pronto garante que a obra se comportará conforme foi projetada (MAYOR, 2020).

Para solicitar esse tipo de concreto, deverá ser informado o Fck e o volume. No dia agendado, a empresa concreteira deve entregar na obra o concreto pronto com as proporções adequadas de cimento, areia, brita e água.

O prazo de validade para a aplicação deste tipo de concreto é de apenas 2 horas.

### 2.1.2.2 CONCRETO MANUAL OU CONCRETO FEITO NA OBRA

Segundo ALVES (2020?), este concreto como o próprio título diz, ele é preparado na obra por meio de uma betoneira ou de mão de obra obedecendo a uma carta-traço que é a proporção dos ingredientes para fazê-lo.



Esse tipo de traço significa que para cada 1 saco de cimento de 50kg será utilizada 4 latas de areia cada uma com 18 litros e 6 latas de pedra cada uma também com 18 litros.

O preparo deste concreto no canteiro de obras somente será recomendável para situações de extrema urgência ou quando há uma necessidade de uso de uma pequena quantidade de concreto (ALVES, 2020?).

### 2.1.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONCRETO ARMADO

O concreto armado como matéria de construção dispõe de algumas vantagens que serão citadas a seguir no Quadro 1:

Quadro 1 - Vantagens do concreto armado

Vantagens
Disponibilidade: o material e as ferramentas necessárias são encontrados em qualquer esquina;
Mão de obra mais abundante, pouco especializada e, conseqüentemente, mais barata;
Durabilidade: a resistência do concreto aumenta com o passar do tempo;
Manutenção: manutenção praticamente zero; (em comparação com sua durabilidade e manutenção, é uma opção considerada econômica).
Plasticidade: o concreto se adapta a qualquer forma;
Impermeável: quando recebe tratamento para tal e resistente ao fogo.
Possibilita a construção de fôrmas ousadas e lajes suspensas, ou seja, maior liberdade na criação do projeto.
É resistente ao fogo, de cupins e ao tempo sendo essa a estrutura mais durável no ponto de vista construtivo.

Fonte: SABÓIA, 2020.

O concreto armado também possui algumas características indesejáveis nas estruturas como material de construção como podemos ver no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Desvantagens do concreto armado

Desvantagens
Peso próprio alto: quanto maior o peso da obra, maior o gasto com a fundação (e a fundação tem uma participação relevante no orçamento);
Tempo de execução: o concreto exige um tempo de cura que paralisa algumas etapas da obra (tempo morto);
Organização do canteiro de obra: a estrutura de concreto armado é executada in loco e demanda vários materiais diferentes;
Vários profissionais na obra: são necessários armadores, carpinteiros, pedreiros e ajudantes para a produção da estrutura de concreto armado;
Reformas e demolições trabalhosas e caras. Por utiliza-se de fôrmas de madeira e metal, encarece seu valor no mercado;
Meio ambiente: a produção do cimento consome uma alta quantidade de energia.
A manutenção do material é pequena (cerca de uma vez a cada 5 anos), porém mais complexa. O material pode vir a apresentar descascamentos, fissuras e corrosão na armadura;
É difícil a execução da demolição de uma estrutura de concreto armado

Fonte: SABÓIA, 2020.

### 2.1.4 NORMATIZAÇÃO

Para a estrutura de concreto com o objetivo de padronizar as técnicas de execução e produção, existem algumas normas na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento: estabelece os requisitos gerais para a execução de estruturas de concreto.
- NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento: estabelece os requisitos básicos exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

### 2.2 ESTRUTURAS DE MADEIRA

A madeira é um tipo de material de construção mais antigo do mundo. Desde que o homem decidiu colocar um telhado no topo de sua cabeça, ela tem sido utilizada no canteiro de obras.

Apesar de continuar sendo largamente utilizada nas estruturas de telhados e contar com tratamentos modernos que otimizam sua resistência e durabilidade, a madeira perdeu muito espaço nas estruturas das edificações do Brasil (exceto em algumas regiões específicas). Porém, para residências de alto padrão, sobretudo as contemporâneas e as que seguem a tradição construtiva brasileira, a madeira tem grande espaço, compondo belas estruturas aparentes, sendo utilizada sozinha ou combinada com concreto ou aço (SABÓIA, 2020).

A madeira ainda sofre um grande preconceito sobre a sua utilização como uma opção de material estrutural.

### 2.2.1 CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

Esta estrutura é muito comum em construções contemporâneas, coberturas de edificações, telhados, estruturas de fôrmas, etc.

A madeira é um material que apresenta alta relação resistência mecânica por peso, sendo bastante estável e mais modelável. Esta matéria-prima pode ser usada como isolante térmico e acústico causando menos gastos com energia após o término da obra (SANTOS, 2020).

Além das características citadas anteriormente, a madeira possui beleza arquitetônica por se tratar de um tipo de material natural gerando um visual atraente.

### 2.2.2 TIPOS DE MADEIRAS UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As madeiras mais utilizadas na construção civil como estruturas são de acordo com a Tabela 2

Tabela 2 - Madeiras utilizadas na construção civil

Áreas construtivas	Tipos de madeiras
Parte externa	Ipê, itaúba, peroba, garapeira e teca;
Interior e telhado	Cambará, peroba itaúba e garapeira;
Pisos	Aroeira, angico-preto, macacaúba, peroba-rosa, pau-amarelo, ipê e pau-de-arco;
Estrutura	Rosadinho, itaúba, peroba-rosa, angico-preto, taipa e eucalipto.

Fonte: SANTOS, 2020.

A madeira tem muitas variações e por isso não possui homogeneidade e existem diversas espécies com propriedades diferentes. Portanto, faz-se necessário conhecimento das características do material a ser utilizado para um melhor aproveitamento deste.

### 2.2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MADEIRA

As vantagens da madeira como material de construção se destaca em diversos pontos no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 - Vantagens da madeira

Vantagens
Estrutura mais leve permite economizar na hora de fazer a fundação da casa, pois não há necessidade de suportar pesos elevados, como a estrutura de concreto armado.
Ligações e emendas fáceis de executar;
Material natural, reaproveitável e renovável
Custo relativamente baixo;
Não necessita mão de obra altamente qualificada;
Não demanda equipamentos e ferramentas sofisticados;
Montagem rápida, sem exigência de tempo de cura
Beleza. Seu material tem aspecto aconchegante e acolhedor;
Disponibilidade: é um material fácil de encontrar e fácil de desdobrar peças grandes em outras menores;
A madeira garante um ótimo conforto térmico e acústico.

Fonte: SABÓIA, 2020.

Segundo CACHIM (2007):

“Construir com madeira apresenta inúmeras vantagens sob os mais variados pontos de vista, o que justifica os cerca de 90% de construção habitacional em madeira em regiões desenvolvidas como a Austrália, Escandinávia e América do Norte”.

A madeira também possui algumas características indesejáveis nas estruturas como material de construção conforme o Quadro 4:

Quadro 4 - Desvantagens da madeira

Desvantagens
Por ser um material orgânico, a madeira é heterogênea e pode apresentar muita variação entre as peças;
Absorve e perde umidade facilmente;
A madeira se dilata e se contrai facilmente, sofrendo alterações nas suas dimensões;
Necessita de tratamento contra o ataque de insetos e fungos, assim como tratamento antichamas;
Material mais caro que o concreto armado (cerca de 30%);
Necessária mão de obra especializada;
Não é possível fazer grandes vãos e formatos, sua planta é mais limitada;
Material exige maior manutenção (cerca de uma vez cada 2 anos), porém é um processo simples, como aplicação de verniz ou stain;
A madeira é um material vulnerável às intempéries naturais, como fogo, apodrecimento e cupins.

Fonte: SABÓIA, 2020.

## 2.2.4 NORMATIZAÇÃO

NBR 7190/97 - Norma Brasileira para Projetos de Estruturas de Madeira constam a definição dos parâmetros a serem seguidos e os procedimentos necessários para a caracterização das espécies de madeira.

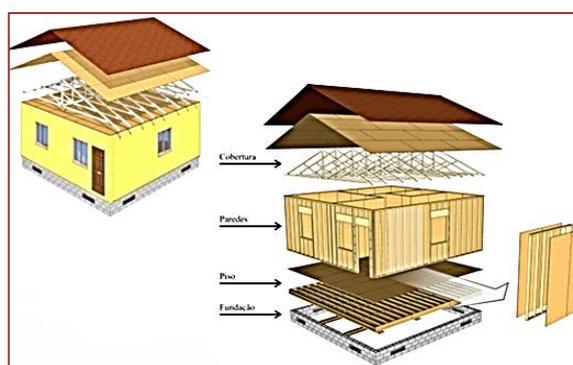
## 2.2.5 TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Devido a evolução, surgiram novos materiais, tipos de métodos construtivos e soluções tecnológicas no mercado da madeira e por isso, vamos citar dois tipos de soluções principais: o Wood Frame e a Madeira Laminada Colada (MLC).

### 2.2.5.1 WOOD FRAME

O Wood Frame onde “wood” significa madeira e “frame” moldura, consiste em um tipo de processo fabricado onde perfis de madeira atuam juntamente com chapas de painéis de partículas orientadas (OSB) gerando uma resistência para construção por existir um elemento que causa estabilidade neste tipo de ligação (RIZZI, 2018).

Figura 1 - Modelo de estrutura de uma residência em Wood Frame.



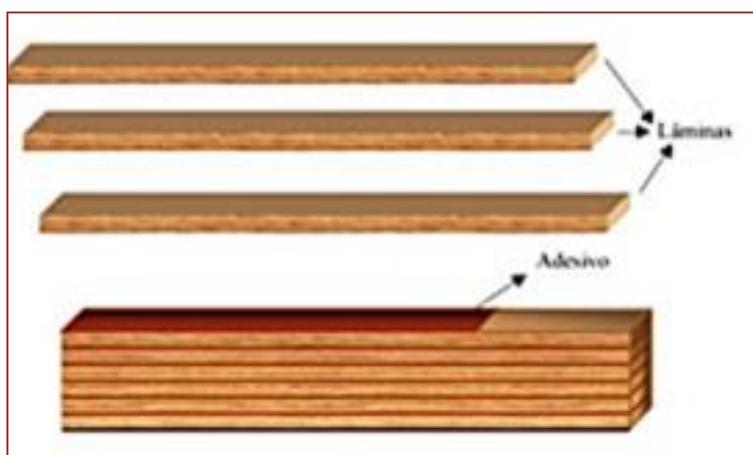
Fonte: ESPINDOLA, 2010.

Segundo MOLINA e CALIL 2010, o Wood Frame é um sistema pré-fabricado de paredes, pisos e telhados, permitindo uma construção planejada, podendo ter até cinco pavimentos e controle de execução e financeiro ainda na fase de projeto. Por ser um sistema pré-fabricado, o Wood Frame consegue associar a sua resistência característica a velocidade de construção, de acordo com Calil o Wood Frame é superior à alvenaria, pois permite um conforto térmico absorvendo 40 vezes menos calor que os tijolos, e também apresenta conforto acústico.

### 2.2.5.2 MADEIRA LAMINADA COLADA - MLC

Segundo SOARES, SILVA e JÚNIOR 2017, a madeira laminada colada (MLC) é um material fabricado a partir da união da colagem de diversas lâminas de madeira em uma única peça. São retirados os pontos frágeis destas lâminas e coladas de forma que suas fibras fiquem paralelas entre si. Estas lâminas precisam possuir uma resistência suficiente para atingir vãos livres de até 100 metros permitindo o desenvolvimento de projetos que antigamente não eram possíveis.

Figura 2 - Estrutura da madeira laminada colada



Fonte: DIAS e BASTOS, 2016.

Segundo GOMES apud CALIL, 2017:

A MLC permite uma obra limpa e com duração significativamente baixa. De acordo com Calil, leva em média 45 dias para produção da estrutura, levando em conta o projeto que será executado, e de 20 a 70 dias para montagem, reduzindo consideravelmente o tempo de execução.

A Madeira Laminada Colada está inclusa dentro da NBR 7190:1997 - Projetos de Estruturas de Madeira, nas recomendações de cálculos para a sua utilização em diversos projetos construtivos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesse trabalho foi uma revisão bibliográfica por meio de artigos e pesquisas na internet utilizando a ferramenta Google como objeto de pesquisa. Segundo FACHIN (2006):

O método comparativo se consiste em investigar coisas ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças e suas diferenças. Permite a análise de dados concretos e a dedução de semelhanças e divergências de elementos constantes, abstratos e gerais, propiciando investigações de caráter indireto.

Este artigo inicia-se através de uma revisão bibliográfica onde abordará diversos itens sobre a estrutura de madeira e a estrutura de concreto armado para realizar a comparação destas duas estruturas. Por meio de pesquisas em artigos e páginas de internet, pudemos entender sobre ambas as estruturas, seus conceitos, suas características e as vantagens e desvantagens.

Figura 3 - Fluxograma de desenvolvimento da metodologia



Fonte: Autoria própria, 2020.

As informações coletadas foram analisadas de acordo com a relevância do tema proposto. Após a coleta de dados, foi feita uma leitura de todo o material onde foram organizados de forma a dar melhor entendimento ao tema pesquisado para a elaboração do artigo.

Com o objetivo de compreender sobre qual estrutura é a melhor a ser utilizada, após o referencial teórico virá a etapa de resultados e conclusões sobre os tópicos descritos neste artigo visando mostrar de forma clara as comparações encontradas sobre os dois tipos de estruturas: madeira e concreto armado.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A escolha dos materiais de construção adequados que vimos anteriormente é fundamental para o sucesso de um sistema estrutural e da obra como um todo.

No desenvolvimento da construção civil, a industrialização e a racionalização são fatores indispensáveis. A industrialização tem importância na qualidade final do

produto, pois com o mínimo de interferências humanas podemos ter um maior controle de qualidade. A racionalização busca melhorias nos gastos, no tempo, nos impactos ambientais e nos desperdícios.

Como vimos anteriormente, os dois tipos de estruturas oferecem várias vantagens, sendo que uma talvez se sobressaia em relação à outra em algum dos quesitos. Porém, não há como se afirmar qual delas é a melhor, pois isso irá variar de acordo com as necessidades específicas de cada projeto.

Apesar de não podermos dar uma resposta definitiva para a pergunta “qual delas é a melhor?”, a utilização da estrutura de concreto armado tem se tornado cada vez maior. Devido aos benefícios oferecidos, ela tem se destacado e sido considerada uma das melhores opções para diversos tipos de obras.

Atualmente, a madeira ainda é utilizada de formas secundárias na construção civil, quando utilizadas como material principal na obra ela tem se mostrado eficiente e todos os seus benefícios estão alinhados com a necessidade sustentável que é fundamental para nosso planeta.

A madeira ganha vantagem no quesito de melhor conforto termoacústico. Ela também apresenta um visual interessante e com bastante personalidade no imóvel para quem gosta de um visual rústico misturado com o moderno. A desvantagem da madeira é que ela custa mais caro em comparação ao concreto armado, pois a mão de obra deve ser muito especializada no qual poderá encarecer a obra. Sua manutenção deverá ser realizada em um curto espaço de tempo do que o concreto devido aos seus cuidados para preservação.

As vantagens da construção de residências em concreto armado são que o projeto pode ser mais criativo devido a sua flexibilidade. A mão de obra é mais acessível no mercado do que a de madeira já que este tipo de estrutura é bastante comum facilitando muito na hora de fazer um orçamento a fim de garantir um maior custo benefício. Diferente da madeira, o concreto armado tem a vantagem de ser resistente aos cupins, ao fogo e ao tempo. Porém, como desvantagem, ocorrerão mais etapas de trabalho antes de iniciar a obra para realizar um bom aproveitamento de todos os materiais. A sua manutenção é bem mais cara do que a estrutura de madeira.

## 5. CONCLUSÃO

Devido ao mercado da construção civil ser muito vasto, fez-se necessária uma comparação sobre os dois tipos de materiais mais procurados para a execução de uma obra. Para isso, foram analisadas as características, se existe mão de obra qualificada, as vantagens e desvantagens de cada material.

A escolha pelo tipo de estrutura a ser utilizada dependerá da finalidade do tipo de edificação solicitada pelo cliente. Porém, o fator econômico é uma questão muito importante para a tomada de decisão. Sendo assim, a proposta deste artigo foi a de realizar uma análise comparativa entre ambas as estruturas para indicar qual delas é a mais indicada.

Conclui-se que a escolha dos materiais de construção adequados é fundamental para o sucesso de um sistema estrutural e conseqüentemente da obra como um todo.

Para a utilização de um sistema estrutural não devemos somente observar as necessidades estruturais da construção. Será necessário levar em consideração o estudo, a especificação dos materiais adequados e a determinação de soluções econômicas assim como a harmonia entre arquitetura e estrutura.

Por fim, pudemos identificar que não existe um tipo de estrutura que possa ser perfeita e por isso não pudemos dizer qual é melhor que a outra. Mas, podemos dizer

que será possível escolher aquela em que se adequará melhor as necessidades do projeto. Para isso, deve-se adotar a estrutura em razão dos benefícios que trará ao projeto.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6034: Informação e documentação - Resumo** - Apresentação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto** - Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira** - Apresentação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: Informação e documentação - Citações em documentos** - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ALVES, Carlos Henrique da Silva. **Estrutura de Concreto Armado**. Universidade Paulista- UNIP. São José do Rio Preto - SP, [2020?].

ARAUJO, R. T. D. **Alternativas sustentáveis de uso da madeira na construção civil**. Especialize - IPOG, Manaus, p. 1-15, 11 Março 2012.

AVILA, Matheus Almeida. **Concreto Armado: O que é? Estruturas, Vantagens e Desvantagens**, 2020. Disponível em: <<https://www.totalconstrucao.com.br/concreto-armado/>>. Acesso em: 08 de dez. 2020.

CACHIM, P. B. (2007). **Construções em Madeira - A madeira como material de Construção**. Porto: Publindústria.

DIAS, A.; BASTOS, P. Carpinteria **Estruturas de Madeira**. Disponível em: <<http://www.carpinteria.com.br/?gallery=finalizado>>. Acesso em: 28 de nov. 2020.

DORO, P. S. **Sistemas estruturais para edificações**. Campinas - SP, 2000.

ESPÍNDOLA, Luciana da Rosa. **Habitação de interesse social em madeira conforme os princípios de coordenação modular e conectividade**. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, PPGE, Florianópolis, 2010.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**, 5ª edição. São Paulo, Saraiva, 2006.

JÚNIOR, Tarley Ferreira de Souza. **Estruturas de concreto armado**, 2020. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/apostila-concreto>>. Acesso em: 28 de nov. 2020.

LIMA, Tomás. **Dicas poderosas para optar por construção de madeira**, 2018. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/construcao-de-madeira/>>. Acesso em 23 de nov. 2020.

MAYOR, Arcindo Vaquero y. **Concreto usinado: indicações e vantagens**, 2020. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/concreto-usinado-indicacoes-e-vantagens/13734>>. Acesso em: 08 de dez. 2020.

MOLINA, J. C.; CALIL, C. J. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**, Londrina, Julho 2010. 143-156.

MORAES, Márcio. **Madeira ou concreto armado? O que melhor para construir?**, 2020. Disponível em: <<https://casa.abril.com.br/construcao/madeira-ou-concreto-armado-o-que-melhor-para-construir>>. Acesso em: 29 de nov. 2020.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>>. Acesso em: 29 de nov. de 2020.

PEREIRA, Caio. **O que é Concreto Armado?**. Escola Engenharia, 2015. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-armado/>. Acesso em: 28 de novembro de 2020.

PEREIRA, Caio. **O que é Concreto Usinado?**. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-usinado/>. Acesso em: 28 de nov. 2020.

RIZZI, Caroline. **Wood frame: tudo sobre conceito, estrutura e benefícios**, 2018. Disponível em: <<https://www.mega.com.br/blog/wood-frame-tudo-sobre-conceito-estrutura-e-beneficios-2731/>>. Acesso em: 08 de dez. 2020.

SABÓIA, Ana Laryssa Rocha. **Técnicas Construtivas**, 2020. Centro Universitário Estácio do Ceará. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/82841128/aula-6-1-tecnicas-construtivas-estacio>>. Acesso em: 09 de dez. 2020.

SANTORO, Maria. **O que é melhor usar na construção: madeira ou concreto armado?** 2017. Disponível em: <<https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/o-que-e-melhor-usar-na-construcao-madeira-ou-concreto-armado>>. Acesso em: 07 de dez. 2020.

SANTOS, Sérgio Botassi dos. **Guia definitivo: tipos de estruturas na Construção Civil**, 2020. Disponível em: <<https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/tipos-de-estruturas-na-construcao-civil>>. Acesso em: 28 de nov. 2020.

SOARES, P.T.M.L.; SILVA, W.C.R.S; JÚNIOR, C.R.C. **Uso da madeira na construção civil**, Rio de Janeiro, 2017.

# Capítulo 11

## *Uso de veículos aéreos não tripulados no acompanhamento do avanço físico de obras horizontais em Manaus/AM*

*Lauanda Lopes de Souza  
Herllian Nalber B. Marinho  
Bruno Rodrigues de Castro  
Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O artigo tem como objetivo geral analisar as vantagens relativas ao uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) no processo de acompanhamento físico de obras horizontais em Manaus/AM. De forma acessória também apresenta a legislação brasileira utilizada para regulamentar o uso de tais equipamentos, proporcionando uma visão panorâmica da responsabilidade de cada Órgão competente, sem aprofundar-se sobre o assunto, não sendo válido uma vez que não é o objetivo principal deste artigo. A metodologia utilizada na elaboração da pesquisa foi o Estudo de Caso, que segundo seus objetivos possui natureza descritiva e explicativa, sendo os procedimentos da pesquisa classificados como pesquisa bibliográfica. Os dados foram tratados de forma qualitativa e quantitativa para exposição dos dados práticos coletados pessoalmente pelo discente juntamente com o seu gestor da obra no âmbito da execução do estágio. Como resultado a pesquisa identificou diversas vantagens no uso de VANT, sendo apresentados dentro do campo análise dos resultados e discussões a redução de custos, mitigação dos riscos de acidente envolvendo mão-de-obra, bem como melhoria na qualidade e confiabilidade dos dados coletados. A pesquisa também contribuiu de maneira substancial para aquisição de conhecimento técnico sobre a legislação envolvendo serventia dos VANT.

**Palavras-chave:** Drone, legislação aeronáutica, vantagens, avanço físico de obra.

## 1.INTRODUÇÃO

Historicamente, as utilizações das ferramentas de automação dificilmente são citadas já que no setor da construção, há um intenso uso de processos manuais dos quais não necessitam de mão-de-obra qualificada para a execução das atividades rotineiras. Portanto, o custo de alguns processos de engenharia é maior do que o custo planejado e a produtividade não é proporcional. Junte-se a isto, o crescente volume de obras em todo o território brasileiro, que demanda tanto acompanhamento quanto gerenciamento, buscam inovação tecnológica, visando precisão, agilidade dos processos e outras possibilidades de suporte tecnológico em todas as fases da obra, que venham a agregar valor em termos de gerenciamento e controle.

O uso do recurso de automação juntamente com o VANT na construção civil remota ao século XXI, a uma ferramenta eficaz desde voos de reconhecimento de áreas de implantação de projeto, em levantamentos para preparação de propostas técnicas e orçamentos, auxiliando em etapas de implantação de projetos, focando os estudos em melhores acessos, construção de canteiro de obras eficazes e estudo do meio, podendo também ser utilizado no acompanhamento do avanço físico de obras horizontais, servindo como apoio à gerência da obra, fornecendo imagens precisas e atualizadas do canteiro de obra, facilitando na elaboração de boletins de medição, acompanhamento em auditorias, e no monitoramento remoto do canteiro como um todo. Por isso, não obstante às diversas demandas do setor passaram-se a usufruir do VANT, popularmente conhecidos como “Drones” para auxiliar na obtenção destes dados. Porém, por ser algo historicamente inovador, a construção civil ainda se encontra receosa preferindo a prática de processos arcaicos de produção, dificultado todo monitoramento da demanda de serviços, de mão de obra e tempo de serviço.

Segundo (OLIVEIRA 2010), são inúmeras as vantagens e ganho para construção se vinculadas ao uso de inovações, assim resultando em um aumento significativo de produtividade e redução de recursos demandados para o monitoramento das atividades.

A escolha do tema foi motivada pela sua relevância acadêmica e do ponto de vista da redução de custos e dinamicidade ao canteiro de obra com maior qualidade, visto que uma das maiores dificuldades encontradas é o tempo de locomoção e a dificuldade de mapeamento das atividades como terraplanagem e pavimentação, isto porque o profissional precisa percorrer por todo o canteiro para a visualização da execução da atividade interferindo na produtividade de mão de obra.

Do ponto de vista acadêmico o desenvolvimento da pesquisa poderá agregar conhecimento sobre a relevância da inserção de tecnologias em favor da melhora no desempenho de todos os processos na construção civil. No tocante avanço físico de obras horizontais, a importância do desenvolvimento deste estudo reside no fato de que o tema abordado representa uma proposta que alia a precisão fornecida pelo uso da nova tecnologia à redução nos gastos com pessoal, equipamentos e principalmente com tempo de serviço, dada a dinamicidade agregada aos processos envolvidos.

O presente estudo tem como objetivo analisar a contribuição proporcionada pelo uso de VANT no processo de acompanhamento físico por meio da obtenção de dados do canteiro necessários ao gerenciamento e controle de obras. De forma a demonstrar quais benefícios do uso desta tecnologia na minimização dos custos em obras horizontais na cidade de Manaus-AM.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 REGULAMENTAÇÃO SOBRE USO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO -TRIBULADOS (VANT) NO BRASIL

No Brasil, manuseio de Drones é regulamentado por três órgãos: ANATEL, ANAC e DECEA, em vigência desde 2017, possibilitando a utilização profissional destas aeronaves, gerando assim credibilidade no mercado, proporcionando o aumento expressivo do interesse de empresas de todos os portes (ANAC, 2020).

Segundo ANAC, as aeronaves remotamente pilotadas (em inglês, *Remotely Piloted Aircraft* – RPA) estão divididas em três classes, de acordo com o Peso Máximo de Decolagem (PMD), devendo ser considerados o peso dos equipamentos, da bateria e/ou combustível e da carga transportada (ANAC, 2019).

As RPA's são usadas para outros fins, como corporativo ou comercial, no caso do presente artigo. O quadro abaixo demonstra as três classes mencionadas no sítio da ANAC.

Quadro 01: Classificação RPA, estabelecido de acordo com o seu peso

Classe 3	De 250 g até 25 kg;
Classe 2	De 26 kg até 150 kg;
Classe 1	Acima de 150 kg.

Fonte: (ANAC, 2019).

A legislação brasileira envolvendo o uso de Drones ainda suscita dúvidas motivo pelo qual a Aeronáutica esclarece que embora a classificação dos RPA se inicie a partir do PMD acima de 250g, um Veículo Aéreo Não Tripulado não é um brinquedo e não pode ser considerado como tal. Dispõem de Caracterização as quais se diferem da conhecida atuação do aeromodelismo por isso, é indispensável a licença de operação de voo e consequentemente da certificação (DECEA, 2020).

Embora, pouco conhecida há regulamentação específica para uso de RPA no Brasil, a qual é gerenciada por três órgãos responsáveis: Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Agência Nacional de Telecomunicações e Agência Nacional de Aviação Civil. Estes órgãos possuem funções específicas na fiscalização e gerenciamento do uso de VANT.

O quadro abaixo especifica a Legislação que regulamenta a utilização de Drones identificando cada órgão responsável para fins de conhecimento, não sendo o objetivo principal e não abrangente.

Os Manuais do Comando da Aeronáutica (MCA) normatiza os procedimentos sendo responsável por determinados temas de competência da Aeronáutica; Uma Circular de Informações Aeronáuticas (AIC) é uma divulgação não convencional usada para de exibir assuntos altamente especializados, seguindo padrões internacionais; As Instruções do Comando da Aeronáutica (ICA) dispõem a reger estratégias específicas sobre uma determinada matéria e por fim, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – Especial (RBAC-E) servem para padronizar temas específicos no âmbito da ANAC. (ANAC, 2020).

Quadro 02: Legislação sobre drones regulamentada no Brasil.

Legislação	Órgão Responsável	Objetivo
ICA 100-40, de 1 de julho de 2020	DECEA	A diretriz visa presidir os procedimentos e responsabilidades necessários para que os drones entrem com segurança no espaço aéreo brasileiro.
MCA 56-1, de 1 de julho de 2020	DECEA	O Manual de Comando da Aeronáutica (MCA) tem como objetivo regulamentar os procedimentos e responsabilidades exigidos para a entrada de aeronaves não tripuladas (UA-Unmanned Aircraft) no espaço aéreo brasileiro, sendo dedicado ao apoio a operações emergenciais de determinados prestadores de serviços. Em caso de emergência, suas responsabilidades estão diretamente relacionadas à manutenção da vida, à segurança do pessoal e ao alívio do sofrimento.
MCA 56-2, de 1 de julho de 2020	DECEA	O Manual de Comando da Aeronáutica (MCA) visa regulamentar os procedimentos e responsabilidades dos drones dedicados ao entretenimento no espaço aéreo brasileiro, o chamado modelo de aviação ou Aeromodelos.
MCA 56-3, de 1 de julho de 2020	DECEA	Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) tem como objetivo regularizar os procedimentos e responsabilidades necessários para a entrada de aeronaves não tripuladas (UA) no espaço aéreo brasileiro, utilizados apenas para operações de órgãos que entram em contato com os três poderes governamentais.
MCA 56-4, de 1 de julho de 2020	DECEA	Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) Tem por objetivo regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para que aeronaves não tripuladas (UA-Unmanned Aircraft) entrem no espaço aéreo brasileiro para serem utilizadas exclusivamente para ações de órgãos de segurança Pública.
Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA) Lei nº 7565	Presidência da República	O código aplica-se a nacionais e estrangeiros em todo o território, bem como a estrangeiros fora do país.
RBAC-E94	ANAC	Ele atende aos requisitos gerais de capacidade da ANAC para UAVs.

Cabe ressaltar que a RBAC-E nº 94 destina-se à regulamentação de VANT de uso civil, não abrangendo VANT de uso militar para os quais existe legislação específica.

## 2.2 USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na construção civil, o surgimento de VANT, também conhecido como aeronave remotamente pilotada ou ainda drone, não teve o mesmo impacto se comparando com o manejo militar, isso não é devido somente aos investimentos financeiros, mas também pela divulgação e reconhecimento desta tecnologia ao qual legislação atual prevê que para operação, qualquer aeronave deve ser autorizada segundo ANAC regulamentado na Lei nº 7.565/86.

As áreas de aplicação dos VANT são cada vez mais abrangentes tudo em função da necessidade que o homem tem de resolver problemas de forma simplificada (Imagem 1 e 2). Os VANT de modo geral, tem aplicação extensa no meio da construção civil, os mesmos podem ser usados em uma vasta diversidade de estudos, desde a concepção do projeto ao acompanhamento físico durante o desenvolvimento da obra.

Imagem 01: Uso de VANT no acompanhamento de obras



Fonte: Pix4D, 2020.

De acordo com SILVA, baseado na concepção de outros atores sobre planejamento e no Project Management Institute (PMI), é válido afirmar que: “gerenciamento depende de uma corporação de forma sistemática aplicando técnicas implementadas com auxílios de tecnologias para nortear um projeto a uma conclusão vantajosa desempenhado de forma proveitosa (tempo, custos, orçamento).”

Imagem 02: Uso de VANT no acompanhamento de obras mapeado com auxílio do Maps e aerofotogrametria.



Fonte: Pix4D, 2020.

Portanto, nas diretrizes do PMI, a aplicação de tecnologia além de proporcionar a ação de um conjunto de técnicas, habilidades e métodos, permite na modernização dos processos usados na produção de informações para um correto gerenciamento de bens ou serviços, executados no canteiro de obra de forma a evitar possíveis eventuais erros no monitoramento do andamento físico de uma obra, seja ela horizontal ou vertical de pequeno ou grande porte.

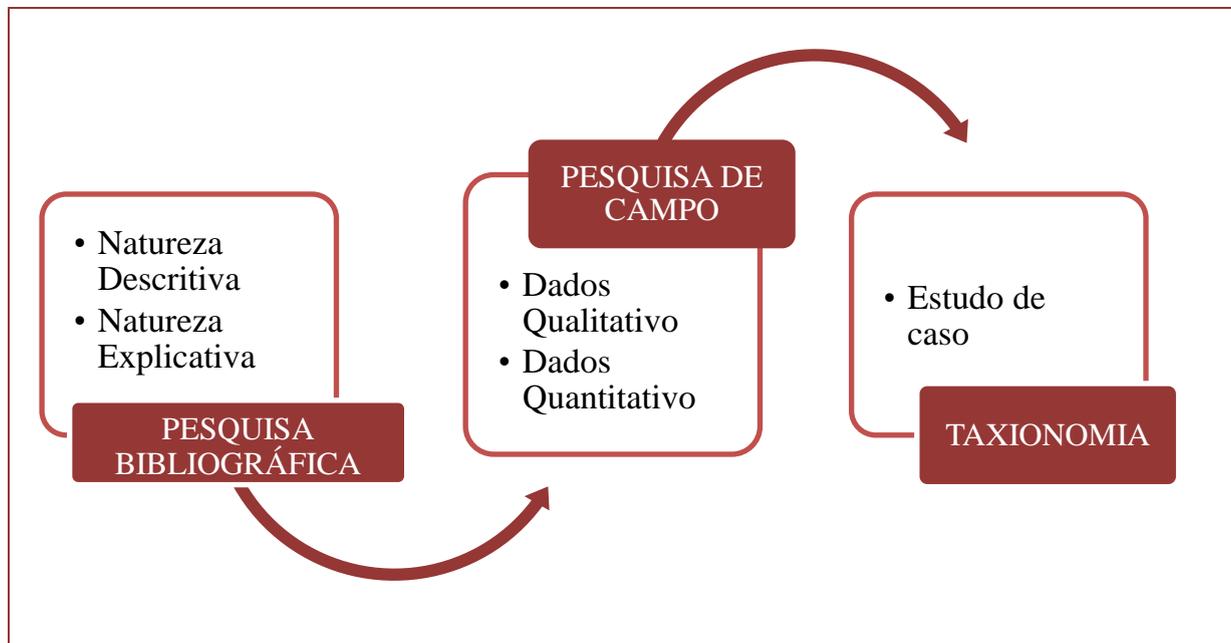
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Após a escolha do tema, o desafio passou a ser a elaboração da análise, tendo em vista a amplitude de possibilidades de abordagens. Considerando que o estudo evidencia a utilização de novas tecnologias em favor da eficiência dos processos de engenharia, optou-se por adotar uma perspectiva baseada nos benefícios que o uso da tecnologia VANT pode proporcionar aos processos de acompanhamento do avanço físico de obras horizontais.

Neste sentido, como referência para o trabalho, inspirou-se na metodologia de análise de conteúdo, desenvolvida por LAKATOS (2017), PRODANOV (2013) E VERGARA (2016). Entretanto, para classificação da pesquisa utilizou-se predominantemente a taxionomia de GIL (2010).

Portanto, para melhor compreensão, cabem alguns detalhamentos sobre a metodologia utilizada que se trata do estudo de caso de natureza básica cuja classificação segundo os objetivos é de natureza descritiva e explicativa, e que utilizará em seus procedimentos a pesquisa bibliográfica. Os dados serão tratados de forma e quantitativa para exposição dos dados práticos coletados pessoalmente pelo discente juntamente com o seu gestor da obra no âmbito da execução do estágio. Será apresentado abaixo em forma de fluxograma (Figura 1), para melhor entendimento da metodologia escolhida.

Figura 1: Desenvolvimento das etapas da metodologia.



Fonte: elaborado pelos autores, 2020, com base em Gil, 2010.

As coletas de dados serão apresentadas no decorrer do trabalho com algumas delimitações, uma vez que não há espaço de amostragem, pois visa apenas demonstrar as vantagens que os VANT podem trazer sob a ótica dos dados coletados para o avanço físico de obras horizontais na cidade de Manaus, reduzindo custos e melhorando produtividade se vinculados ao setor de construção, além de comentar sobre os problemas comumente encontrados no monitoramento do avanço físico convencional.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões apresentados neste tópico são de grande significância, por isso para melhor compreensão, os resultados e opiniões dos autores serão expostos com base na fundamentação teórica e nos princípios norteadores dos autores mencionados, na legislação em vigor e com base na experiência de campo.

Ao expor as dificuldades de conduzir uma obra de grande extensão, ficará evidente as inúmeras vantagens em recorrer a tecnologia como ferramenta de auxílio simplificando e otimizando o processo de monitoramento.

##### 4.1. DIFICULDADES NO MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES DE UMA OBRA HORIZONTAL EXTENSA

Segundo (BRAGA, 2016) um dos fatores que podem intervir é topográfico, quando possuímos terrenos muito acidentados, podendo causar e dificuldade no deslocamento de instrumentos e materiais precisando de atenção especial e cuidados adicionais. Terrenos desse tipo além de causar inúmeros transtornos na hora da armazenagem de materiais, também podem afetar consequentemente na logística do canteiro, causando variações de produtividade devido à insegurança.

Durante o período de estágio, observou-se que no mapeamento das atividades e serviços no canteiro de obra foram encontradas algumas dificuldades ou resultados não expressivos, conforme apresentado no fluxograma (Figura 2) abaixo.

Figura 2: Fluxograma com dificuldades comumente encontradas no canteiro de obra.



Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com o fluxograma, podemos visualizar que essas dificuldades giram em torno do ambiente de trabalho e suas tecnologias, uma vez que estes problemas são mapeados remetem o quanto a construção civil ainda precisa de processos eficientes e de um olhar mais crítico para no canteiro de obra.

#### 4.2. ANÁLISE DAS VANTAGENS NO USO DE DRONES NO ACOMPANHAMENTO FÍSICO DE OBRAS HORIZONTAIS EM MANAUS/AM

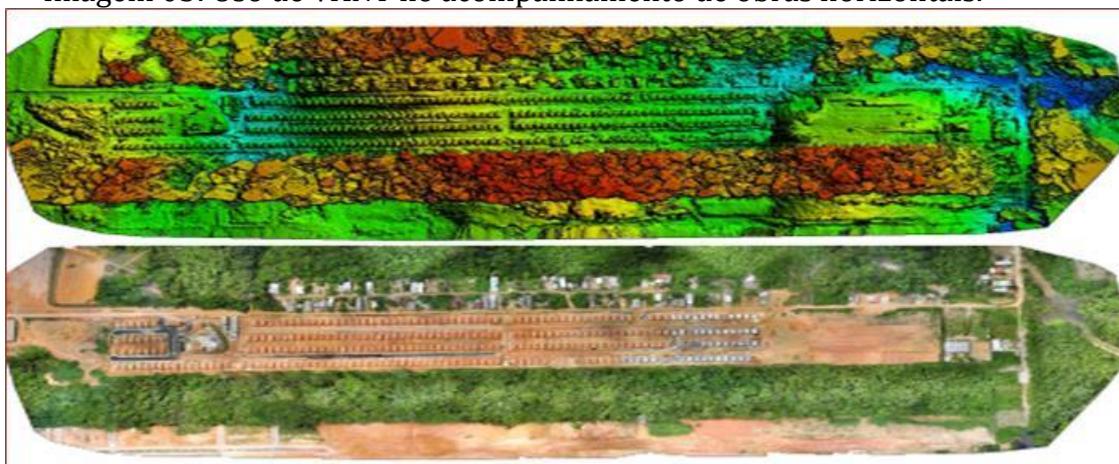
O uso da tecnologia vinculada aos drones na construção civil podem significar controle financeiro, segurança no trabalho, agilidade nos processos e até facilitar o processo de negociação corporativa de grandes empreendimentos, para o presente estudo aplica-se a utilização dos VANT para o acompanhamento dos serviços e atividades executados no canteiro de obra, vistos como verdadeiros aliados, já que dão maior perceptividade, pois possuem aptidão de visibilidade em tempo real de adquirirem imagens e simultaneamente enviá-los a estação de controle (EISENBEISS 2009) este procedimento permite avaliar no momento a qualidade dos dados.

Além de proporcionar a redução orçamentaria e segurança aos trabalhadores, se comparado com a mão de obra dos colaboradores, pode-se constatar a otimização de produtividade e o respectivo monitoramento do avanço físico visto que se tratando de uma obra horizontal e de grande extensão dificultará o acesso e conseqüentemente o mapeamento das atividades como movimentação de terra (terraplanagem), pavimentação com mais agilidade e redução de tempo.

Em um levantamento aéreo em grandes áreas (imagens 3) o VANT se mostrou uma alternativa ideal, fundamentalmente pelo baixo custo de operação e pela rapidez de execução da operação, bem como a possibilidade de repetir aquisição das imagens, caso não apresentem boa qualidade.

Na imagem 3, demonstra através de auxílio aerofotográfico o mapeamento aéreo de uma obra horizontal na cidade de Manaus/AM.

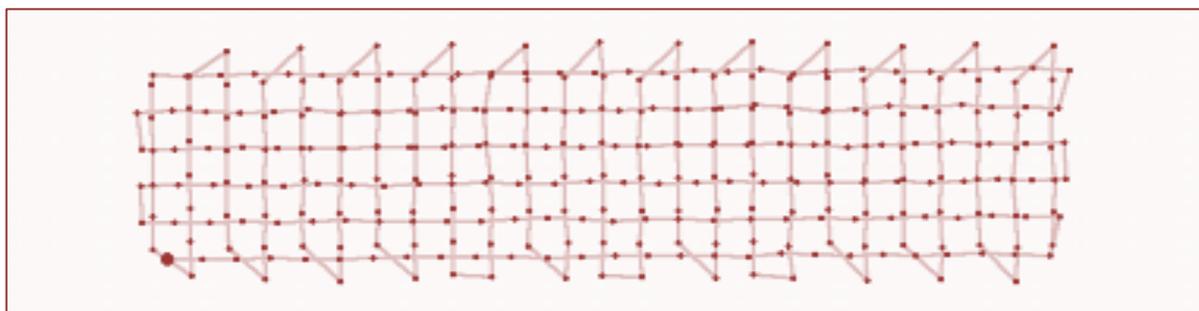
Imagem 03: Uso de VANT no acompanhamento de obras horizontais.



Fonte: imagens obtidas do relatório do software Piix4d

A maior parte dos VANT existentes no mercado destinados para fins civis apresentam como característica principal o baixo custo, o que deixa a utilização mais onerosa é a associação de software que possuem custo exorbitante (imagem 4). Por outro lado, um dos proveitos do VANT inclui a redução dos custos operacionais, consistência de trajetória de voo e aquisição de imagem (WATTS, PERRY et al. 2010). Na imagem 04, através de coordenadas do terreno, pode-se criar o plano de voo associados a software para coleta de dados sobre a área desejada.

Imagem 04: Mapeamento de aérea com uso de VANT em obras horizontais.



Fonte: imagens obtidas do relatório do software Piix4d.

O uso dessa tecnologia é de grande relevância para a correta gestão de uma obra, possibilitando ter uma visão ampliada sobre o andamento físico dentro do canteiro de obra, facilitando o planejamento e controle da qualidade total da execução dos serviços e atividades seguindo os conceitos de Lear Construction de uma obra mais enxuta sem desperdícios.

Segundo SILVA, 2011 apud PRADO, 2000. A boa prática de gerenciar resulta em expressivos benefícios a uma organização. É partindo desse princípio que o uso da tecnologia VANT apresenta-se incisiva a benfeitoria de ganhos na redução no custo e prazo no desenvolvimento de novos produtos, conforme ilustrados no decorrer do trabalho.

## 5. CONCLUSÕES

A contribuição proporcionada pelo uso de VANT no processo de acompanhamento físico de obras horizontais foi efetivamente comprovada após análise do estudo apresentado, não restando dúvidas de que apesar do canteiro se adequar aos procedimentos impostos pela legislação, gestão de qualidade e gerenciamento, muitas das vezes arcaicos. Inúmeras são as dificuldades relativas à fiscalização e mapeamento de uma obra de grande extensão, que comumente é realizada de forma totalmente manual através de formulários, onde os colaboradores, por meio de visitas diárias, fazem anotações em pranchetas verificando a situação atual da obra e posteriormente remetem ao gestor da obra.

Noutro giro, devido aos grandes volumes de atividade e serviços, o controle tem grande probabilidade de se tornar ineficiente demandando apenas a mão-de-obra e um longo período de tempo para um controle adequado, o que aumenta sensivelmente o risco de falha humana na obtenção dos dados.

A engenharia por se tratar de um ramo onde necessita de trabalhos braçais e manuais precisa de uma gestão integrada utilizando inovações tecnológicas em prol do processo como um todo, visto que os softwares utilizados por gestores têm funções gerais, não possui campos flexíveis, adaptáveis as recorrentes situações do canteiro de obra, não exploram as dificuldades comumente encontradas com isso elevando alto custo com mão de obra além de não atenderem diretamente os profissionais deste setor.

A ideia principal do uso de Drones na coleta de informações é proporcionar ao setor da construção civil, inovações no método de gerenciamento, tornando-o mais eficaz com o auxílio de ferramentas e implantação desta tecnologia proporcionada pelos Drones, se tornando uma solução de melhoria e otimização nos serviços prestados aprovação em projetos e fiscalização de obras, com a elaboração de mapeamento visuais de alta precisão, relatórios e material fotográficos, de forma sistematizada e integrada para a eficácia do correto monitoramento dos serviços prestados, como por exemplo, de movimentação de terra e pavimentação.

Se comparados com os serviços manuais demandará recursos e longo período de tempo de forma igual ou inferior ao resultado obtido se comparado ao do uso de VANT uma vez que os mesmos demandam alguns minutos para mapear uma área extensa de acordo com as coordenadas de forma visíveis (aerofotografia) como apresentados nas *imagens 2 e 4*, com alta qualidade e informações integradas.

Desta forma o estudo permitiu a confirmação de que existem inúmeras vantagens no uso de Drones no acompanhamento do avanço físico de obras horizontais em Manaus/AM, dentre os quais se destacam em linhas gerais a redução de custos e tempo para coleta de dados. Entretanto julgamos importante mencionar outras vantagens secundárias, mas de grande relevância ao setor da Construção Civil:

- Monitoramento remoto do andamento do projeto, mesmo em áreas remotas, você pode visualizá-los de diferentes ângulos.
- Reduzir a incidência de acidentes de trabalho, pois não há risco de exposição da mão de obra ao local de trabalho, para que haja economia de mão de obra;
- Reduzir os custos operacionais necessários em situações específicas, incluindo a compra de equipamentos complexos, e até mesmo o aluguel de aeronaves para fotografia aérea, aluguel de guindastes ou andaimes para projetos verticais;
- Por fim, também auxilia no monitoramento dos canteiros de obras e dos serviços prestados, garantindo maior segurança contra furtos e furtos, e reduzindo os níveis de produtividade e desperdício, pois pode garantir o acompanhamento adequado dos serviços;

Em suma, o presente estudo possibilitou não somente a identificação das vantagens do uso dos Drones no processo de acompanhamento físico de obras horizontais em Manaus/AM, como contribuiu para o entendimento sobre o funcionamento da legislação brasileira de forma sucinta e não abrangente envolvendo o espaço aéreo no tocante ao uso de tais equipamentos.

## REFERÊNCIAS

ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94), 2017. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em apoio às situações emergenciais. MCA 56-1. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves não tripuladas para uso recreativo – aeromodelos. MCA 56-2. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual ou municipal. MCA 56-3. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em proveito dos órgãos de segurança pública, da defesa civil e de fiscalização da receita federal. MCA 56-4. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aeronaves não tripuladas e o acesso ao Espaço aéreo brasileiro. ICA 100-40. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

ANAC. **Matrícula de RPA (Drones)**. Agência Nacional de Aviação Civil. Publicação em 04/05/2019. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor->

regulado/aeronaves/registro/matriculas-e-certificados/matricula-de-rpa-drones. Acesso em 23 de Setembro de 2020.

ANAC. **Orientações para usuários de DRONES.** Assessoria de Comunicação Social da ANAC - ASCOM, Brasília – DF, 1ª. Edição Maio de 2017, revisado em Março de 2020. Disponível em: [www.anac.gov.br](http://www.anac.gov.br). Acesso em 21 de Setembro de 2020.

BRAGA, Camila dos Santos Quintanilha. **Gestão da qualidade aplicada a canteiro de obra**/Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016.

BRASIL. Código Brasileiro de Aeronáutica. Lei nº 7.565. Brasília, 1986. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

DECEA. **DECEA esclarece normas para voos de drones no Brasil.** Últimas Notícias. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Comando da Aeronáutica. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/ultimas-noticias/871-decea-esclarece-normas-para-voos-de-drones-no-brasil>. Acesso em 23 de Setembro de 2020.

DECEA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Quem Somos. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/?i=quem-somos&p=o-decea>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

DECEA. **Tenha uma operação segura com sua AERONAVE NÃO TRIPULADA (Unmanned Aircraft – UA).** Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/drone/>. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

Dronevisual. **Conheça a legislação de Drones no Brasil.** Publicado em 17 de setembro de 2018. Disponível em: <https://www.dronevisual.com/post/2018/09/14/conheca-legislacao-de-drones-no-brasil>  
homologacao#:~:text=No%20Brasil%20tr%C3%AAs%20%C3%B3rg%C3%A3os%20s%C3%A3o,de%20controle%20do%20espa%C3%A7o%20a%C3%A9reo. Acesso em 24 de Setembro de 2020.

EISENBEISS, H. UAV Photogrammetry. **Doctor of sciences, University of Technology Dresden, Germany, 2009**

LAKATOS; Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica.** 5ª ed., São Paulo: Atlas, 2003.

NBR 10520. **Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação.** ABNT. Rio de Janeiro: 2002.

OLIVEIRA; Anna Isabell Esteves. **Inovações tecnológicas como fator de competitividade para empresas de construção civil em Manaus.** Manaus: UFAM, 2010.

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. **Planejamento e controle de Obras.** Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador: 2011.

WATTS, ADAM C. et al PERRY. **Small Unmanned Aircraft Systems for Low-Altitude Aerial Surveys**, First published: 13 December 2010, disponível em:  
<https://doi.org/10.1111/j.1937-2817.2010.tb01292.x>.

# Capítulo 12

## *Estudo comparativo da construção de uma residência utilizando painéis monolíticos de EPS e o método de alvenaria convencional.*

*Kamilla Karla Souza Farias,  
José Ariel da Silva Lima,  
Jean Carlos Ramos  
Sara dos Santos Santarém*

**Resumo :** O sistema construtivo de painéis monolítico de EPS (poliestireno expandido) é um método inovador de construção que está crescendo no Brasil. Uma opção que contribui em reduzir o impacto ambiental, o tempo de execução da obra, além de reduzir nos custos totais da construção. Foi pensando nesses benefícios que esta pesquisa visou realizar um estudo comparativo do método construtivo de residência unifamiliar feita com painéis monolítico de poliestireno expandido com o método convencional de residências construídas com alvenaria. Como objetivo de apresentar os procedimentos de construção o sistema de casas feitas com painéis monolíticos de EPS, comparar os métodos construtivos quanto ao uso de equipamentos, mão de obra, tempo de execução. Como também apresentar uma comparação de orçamento e um cronograma físico financeiro entre o sistema de painéis monolítico e o sistema convencional e no final analisar qual o método mais econômico. Além disso, será apresentado um modelo de casa através de um projeto do qual será utilizado para fazer o levantamento de custo e cronograma da obra. Sua metodologia foi dividida em duas etapas, a primeira relacionada a pesquisas científicas sobre a execução de residência utilizando painéis monolíticos de EPS, a segunda etapa foi a elaboração do projeto de uma residência unifamiliar e seu orçamento para composição do cronograma físico financeiro em busca do comparativo de valores e tempo de execução. Ao termino é capaz de concluir claramente a diferença entre valores e benefícios entre os métodos apresentados.

**Palavras-chave:** Painéis Monolítico, Casa de EPS; Métodos Construtivos; Inovação

## 1. INTRODUÇÃO

A cada século a construção civil evolui em seus métodos construtivos e sempre em buscar de ganhar tempo na execução, comprimir o cronograma e todas as etapas de gestão da obra. “O método de construir com alvenaria é o método mais utilizado no Brasil, o sistema está em 88% das construções habitacionais brasileiras, o que equivale a mais de 62 milhões de unidades” (SANTOS, 2019). Por outro lado, é a que mais gera desperdício e grande quantidade de entulho, muitas das vezes retrabalho em caso de erros ou imprevistos durante a execução, o que causa atraso no cronograma e aumento no custo da obra, o seu procedimento tem como desvantagem também na sua característica do qual é necessário o início e fim do assentamento dos blocos para começar uma outra etapa da alvenaria, o que leva tempo. No entanto é a forma mais conhecida para executar obra, com isso mais facilidade na mão de obra e confiança no método, alcança grandes vãos, pode ser estrutural ou não.

Diferentes técnicas construtivas vêm sendo desenvolvida em busca de aperfeiçoar o método construtivo para diminuir os problemas frequentes durante a execução no canteiro de obra. Uma delas é a construção com painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS) conhecido comercialmente como Isopor, artifício bastante utilizado em outros países e que está crescendo no Brasil. “Os sistemas construtivos em EPS são atualmente o que há de mais avançado na construção civil na Europa, Estados Unidos e Canadá, onde sua aplicação alcança índices de crescimento acima do normal para economias estáveis como os países do primeiro mundo” (TECNOCELL, 2008), apesar de ser pouco conhecido seu mecanismo de montagem e execução, todo o procedimento é prático e rápido, porém existe também a falta de conhecimento sobre sua resistência e benefícios.

Tendo em vista a necessidade de métodos mais rápido para execução de moradias essa é uma ótimo alternativa, sem contar que o EPS tem vários pontos positivos que influência principalmente na cidade de Manaus, que é uma cidade onde o clima é tropical úmido, por ser localizada próximo a linha do equador o calor é constante na cidade quando não está no período de chuva. Pois o EPS é um dos principais isolantes térmico utilizado atualmente, e na construção de uma residência proporciona um maior conforto térmico e economia com o uso do ar-condicionado. E já está sendo bastante utilizado na área da construção civil, como por exemplo na técnica Geofoam onde é utilizado para nivelamento do solo para pavimentação, telhas térmicas, onde é montado a telha galvanizada com uma camada de EPS e é utilizado muito em centros de eventos como isolante acústico e em galpões onde evita custos desnecessários com refrigeração, sancas e molduras podendo substituir o gesso, revestimentos, decorações, forros, laje pré-moldada que cresceu bastante por sua rapidez na execução. Ou seja, a sua utilização já vem sendo utilizada a um tempo, o que falta é o entendimento das demais possíveis aplicação.

Diante desse contexto, este artigo busca apresentar os procedimentos de construção o sistema de casas feitas com painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS), comparar os métodos construtivos quanto ao uso de equipamentos, mão de obra, tempo de execução. Como também apresentar uma comparação de orçamento e um cronograma físico financeiro entre o sistema de painéis monolítico e o sistema convencional e como desfecho analisar qual o método mais econômico.

## 1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2. SISTEMA DE CONSTRUÇÃO NO BRASIL

O sistema convencional de construção com tijolos cerâmicos ou blocos de concreto juntamente com argamassa na execução da alvenaria de vedação ou estrutural é a mais utilizada no Brasil, porém sabe-se que gera muito resíduo, desperdício de material e leva tempo em cada etapa da construção. Em busca de novos métodos, surge o sistema construtivo com painéis monolítico de EPS, é um sistema que pode substituir o método convencional na construção de casas e edifícios e é um sistema que tem vários benefícios. “O EPS tem vantagens em ser isolante térmico, leve, utilizar menos água que a argamassa (produto qual é substituto) e ser livre de CO<sup>2</sup>, além do EPS ser 100% sustentável e mais barato, também é mais fácil para a decoração dos edifícios, explica Patrícia Silvério, executiva de Marketing da Sto” (MUNDO ISOPOR, 2016).

Ou seja, os painéis monolíticos de EPS tem vários benefícios e estão ganhando espaço no mercado brasileiro com o decorrer do conhecimento de sua execução e seu desempenho.

#### 2.1 HISTÓRICO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

O poliestireno expandido (EPS) é um material termoplástico de fácil flexibilidade e moldado por calor, segundo Knauf Industries (2020), foi descoberto na Alemanha em 1949 por meio de ensaios feitos pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz, e chegou ao Brasil por volta dos anos 60 e foi registrado como EPS Isopor® em 1998 pela Knauf Isopor®, após a indústria ter adquirido a Basf Isopor®. Por esse motivo, o nome "ISOPOR®" passou a ser reconhecido nacionalmente como produtos de EPS.

O EPS, em seus produtos finais não são poluentes, não transmite poluição ao solo, água e ar, são 100% reutilizáveis e recuperáveis, podendo voltar em sua origem de matéria prima. “A espuma termoplástica resultante contém 98% de ar e 2% em volume de matéria sólida na forma de poliestireno, o que garante ao EPS suas propriedades físicas peculiares” conforme ABRAPEX (2016, p.5), o que faz com que seja um material isolante.

Sua matéria prima são pequenas esferas de poliestireno que é um tipo de plástico, é injetado o gás Pentano que é o que faz as esferas expandirem, com a utilização de um equipamento chamado pré-expansor e alcança a temperatura de aproximadamente 90°C através da fonte de energia que é o vapor de água de caldeiras, nesse processo o material ganha volume e perde densidade o que caracteriza o seu peso que é leve e resistente.

Segundo a Comissão Setorial de EPS, o plástico é um complexo feito principalmente de vazios, abrangendo ar e sem variações físicas o que o capaz de permitir mudanças de temperaturas de -50° a +80° Celsius, sendo assim um material isolante da melhor qualidade, capaz de suportar variações de temperaturas. Do mesmo modo o painel monolítico é apto para desempenhar um grande benefício a população da cidade de Manaus, pois é uma cidade de clima tropical úmido, onde o calor é predominante na região com temperaturas entre 26° a 40° Celsius ao longo do ano. “Na cidade de Manaus em consequência da ausência de precipitação, que ocorre entre os meses de julho a novembro, é o período em que as temperaturas locais registram maiores valores diários alcançando índices de 40°C. Estes são os meses de excessivo desconforto térmico local” (SILVA, 2012, p.22), como explicou Silva, a cidade tem seus meses mais quentes e é os meses onde mais se usa o ar condicionado para amenizar o calor principalmente nas residências, além disso o método construtivo predominante para construção de casas é a alvenaria que tem alta massa térmica, ou seja, materiais que

tem a capacidade de sugar o calor durante o dia, concentrar e dispersar o calor vagarosamente, o gera um desconforto térmico.

São fabricados diferentes tipos de EPS que se divide em 7 tipos, conforme as características apresentadas na Tabela 1. E o tipo utilizado para fabricação dos painéis é o tipo F7, do qual tem maior valor de resistência à cisalhamento, a flexão, compressão e a flamabilidade que é baixa, dando a capacidade do material ser retardante a chama.

Tabela 1: Características exigíveis para o EPS

PROPRIEDADES	NOME METODO DE ENSAIO	UNIDADE	TIPOS DE EPS						
			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7
Densidade aparente nominal	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	9	11	13	16	20	25	30
Condutividade térmica máxima (23°C)	NBR 12094	W/m. k	-	-	0,04	0,039	0,04	0,04	,035
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	KPa	≥23	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima á flexão	ASTM C-203	KPa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	KPa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948	Material retardante à chama							

Fonte: Adaptado do Knauf (2014)

O EPS é bastante utilizado na indústria de embalagens, como isolante térmico nas confecções de objetos como garrafas e caixas, para peças de decorações, e ganhou seu lugar na construção civil, com as lajes pré-moldadas com vigotas e blocos de EPS, lajes nervuradas, forro em placas, junta de dilatação, drenagem, e construção de residência com os painéis estruturados.

## 2.2 SISTEMA CONSTRUTIVO DE CASA COM PAINÉIS MONOLÍTICO EM EPS

O conceito de tecnologia de construção civil é baseado no estado do conhecimento sobre todos os métodos, processos construtivos, equipamentos e materiais de construção (TATUM, 1986). Para isso a construção precisa ter os critérios de qualidade, a atender a norma de desempenho, onde é necessário promover segurança, habitabilidade e sustentabilidade, tendo para cada um desses tópicos solicitações particulares e expressos pela Norma ABNT NBR 15.575, 2013 Norma de Desempenho – Edificações Habitacionais. A engenharia civil sempre esteve em busca de inovações tecnológicos, métodos mais vantajosos e procura por matérias sustentáveis para diminuir os impactos ambientais. Uma dessas inovações que suprem esses pontos é o painel monolítico que já é bastante utilizado em outros países.

O sistema de painel monolítico tem homologação italiana (certificato d'idoneita técnica) emitida em 1985 pelo Instituto Giordianos (CAUAM, 2018). Esse método construtivo surgiu a partir de um projeto italiano na empresa Monolite, durante a década de 80, a região onde foi desenvolvido era afetada por terremotos, então criaram com a intenção de evitar o desmoronamento das casas, o que a estrutura monolítica

proporciona além de reunir os benefícios de isolamento térmico, acústico e a impermeabilização.

“Na década de 90 o sistema foi trago para o Brasil e submetido a vários testes e ensaios normativos que exigem comprovação de eficiência. Por um tempo este sistema ficou limitado apenas para as pessoas que trabalhavam com ele, com o passar dos anos empresas buscaram oferecer produtos semelhantes como o sistema Hitech que é um produto atuante no mercado brasileiro” (BERTOLDI, 2007). Até hoje é um método de construção pouco conhecido, é necessário ter uma divulgação de seus benefícios, ensinamentos de como executar, porém é pouco conhecido até mesmo entres as empresas de construções, esse método é utilizado no sul do Brasil, na região de Sudeste e centro-oeste, onde essas construtoras executam a construção de casas e edifícios com esse método e é onde tem Industrias de EPS que fabricam esses painéis estruturados.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) fez ensaios de choque térmico para avaliar a resistência a ação do calor e efeito de choque térmico nos painéis monolíticos, juntamente com o Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos (LCSC). As metodologias dos ensaios foram feitas de acordo com a norma ABNT NBR 15.575, 2013 Norma de Desempenho - Edificações Habitacionais, onde trata do desempenho de edificações habitacionais, e apresentou resultados positivos.

Segundo Oliveira (2019), os ensaios de desempenho são feitos para as seguintes características: face do painel; espessura do painel; classificação quanto ao uso de retardante a chamas; massa específica aparente; tensão por compressão com 10% de deformação; resistência mínima à flexão; absorção de água; absorção de água total; permeabilidade ao vapor d'água; coeficiente de condutibilidade térmica máxima. Portanto já existem ensaios e aprovações este método construtivo, os mesmos já passaram com testes de resistências de acordo com normas, com isso possível crer no crescimento dessa inovação para a construção civil.

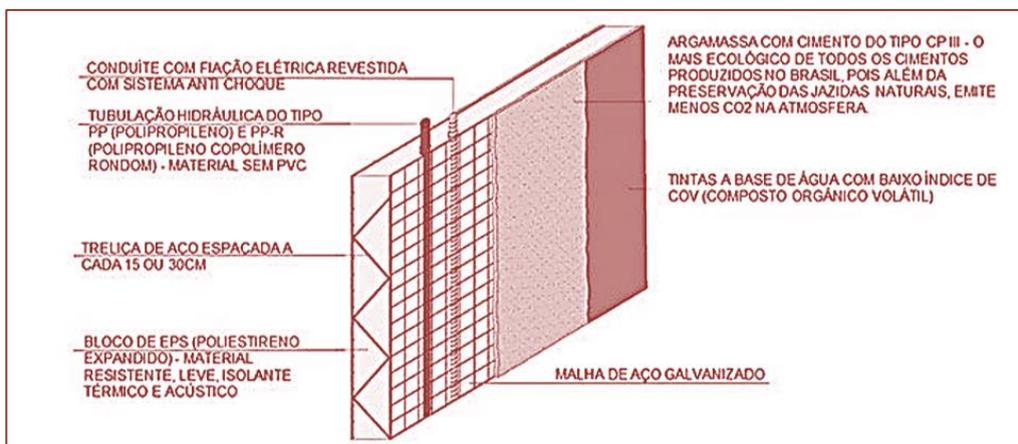
### **2.3 PROCESSO CONSTRUTIVO COM OS PAINÉIS**

A fundação pode ser feita de radier (em concreto armado), pois sua carga atuante é baixa por ser feita com isopor e ferragem dando suporte, com isso pode-se diminuir o custo, no entanto o radier só é desvantagem quando as cargas atuantes são muito alta porque necessita de um aumento no volume de concreto. “O radier é uma laje de concreto armado que distribui a carga total da edificação uniformemente pela área de contato. É usado de forma econômica quando as cargas são pequenas e a resistência do terreno é baixa” (FORMIGONI, 2009). Portanto é possível obter uma diminuição no custo da fundação e também no tempo de execução que é mais rápido. Nessa etapa são colocadas as esperas na distância das divisórias das paredes das casas para o encaixe das placas de EPS, importante lembrar que as instalações elétrica e hidráulica que passam pelo piso já são deixadas as esperas ou instaladas.

Os painéis são montados e encaixado nas esperas que foram deixados na fundação, depois são apoiados com escoras, utilizar-se régua para o alinhamento e se caso não estiver com os vão das janelas e portas é só marcar e cortar no in loco. Os cantos dos vãos são reforçados com ferragem. Com um profissional que saiba o passo a passo da montagem e dois ajudantes é possível montar em um dia todos os painéis.

O sistema de estrutura de painéis consiste na utilização de Placas de EPS com múltipla treliça de aço, o bloco é como um sanduiche onde vem nos dois lados uma malha de aço galvanizado eletro soldada com conectores e as treliças por dentro com espaçamento a cada 15cm a 30cm, como mostra na Figura 1.

Figura 1: Estrutura do Painel Monolítico de EPS



Fonte: Gonsalves, 2017

Em geral as placas tem dimensões de 3,0m x 1,15m com a malha de 3,0m x 1,25m com fio de aço galvanizado de 2,1mm de diâmetro, CA 50/60, a malha tem uma distância de 5cm x 5cm para paredes estruturais, isto é com cargas aplicas e para parede de fechamento com menos cargas é possível utilizar a malha com espaçamento de 5cm x 15cm, o que causa uma economia na malha de aço. Existe essas dimensões dos blocos de EPS, no entanto é fabricado de acordo com as medidas do projeto e pé direito da casa com as aberturas dos vãos das janelas e portas. Segundo o administrador da Industria Mundi-EPS, TADINI (2018), de acordo com ensaios feitos no laboratório da Industria, o painel monolítico tem uma carga de ruptura de 38 toneladas que é duas vezes maior do que a carga de ruptura da alvenaria convencional. Para alcançar essa resistência é necessário que seja aplicado a argamassa estruturada a essa malha, pois é o que dá a sustentação e alta resistência mecânica ao painel monolítico de EPS.

Em seguida são feitas as instalações, com um equipamento de vapor quente, podendo ser um secador, é feito com que o EPS derreta e assim é colocado o condúites que ficam encaixados por dentro da malha de aço. Do mesmo modo a instalação de água fria com a passagem da tubulação. Com um eletricista e um ajudante em dois dias é possível concluir a passagem dos condúites.

Depois das instalações serem feitas é a hora da argamassa, nesse caso pode ser feita com um projetor de argamassa estrutural, depois é feito o nivelamento das paredes. Substituindo o chapisco, emboço e reboco. Com as paredes prontas é feito a montagem da laje pré-moldada, podendo ser também de EPS, o que diminui o peso e tempo de execução. Depois da montagem e passado as tubulações e é feito a concretagem com concreto usinado e após sua execução é feito a impermeabilização da laje. Depois de todas essas etapas é a hora do revestimento, podendo ser colocado cerâmica nas paredes nas áreas molhadas, piso de porcelanato, textura e pintura. Essa etapa de acabamento é a mesma na casa feita do modo convencional, dependendo do projeto essa etapa em diante não muda o modo de execução.

Porém é importante lembrar que se caso houver alguma mudança de cômodo ou divisória, na casa feita do modo convencional, seria necessário a demolição da área para execução da mudança gerando entulho e desperdício, enquanto na casa com painéis monolíticos as mudanças podem ser feitas rapidamente e as divisórias podem ser reaproveitadas.

## 2.4 MÉTODO DA ALVENARIA CONVENCIONAL

Segundo o dicionário Aurélio, alvenaria é: “Obra executada com tijolos, pedras brutas, cantaria etc., unidos por meio de argamassa, cimento, gesso etc.: a casa é de alvenaria.” Ou seja, atualmente é a união de blocos cerâmicos, bloco de concreto ou tijolo comum por meio de argamassa. Para o levantamento da alvenaria convencional é necessário está pronto os pilares, vigas e lajes, isto é, os outros elementos da superestrutura precisam está pronto para receber a alvenaria, por isso cada etapa leva tempo para a execução. Segue a baixo a tabela 2 com as vantagens e desvantagens do tipo de material executado:

Tabela 2: Tipo de material utilizado na alvenaria

Tipo de material	Vantagem	Desvantagem	Observação
Tijolo comum	Melhor conforto térmico e acústico	Maior custo de material, argamassa de assentamento e mão de obra	Maior empregado em locais em que existem olarias próximas, em razão do barateamento do frete.
Bloco cerâmico	Rapidez de assentamento em função do tamanho, com consequente diminuição do custo com material de assentamento e mão de obra	Maior perda de peças quando há necessidade de corte	Vantagem em relação ao bloco de concreto se houver fabricação em região próxima
Bloco de concreto	Rapidez de assentamento em função do tamanho, com consequente diminuição do custo com material de assentamento e mão de obra	Maior perda de peças quando há necessidade de corte	Vantagem em relação ao bloco de cerâmica se houver fabricação em região próxima.

Fonte: Adaptado do Guia minha construção.

A alvenaria existe suas vantagens, ela serve para obra de grandes vãos, tem uma ótima eficiência em transferência de cargas, o método executivo é o mais conhecido entre os trabalhadores da construção civil, portanto maior facilidade em mão de obra.

## 2.5 PROCESSO CONSTRUTIVO COM A ALVENARIA CONVENCIONAL

Para a construção da casa usando o método convencional de alvenaria, é necessário fazer a fundação diferente do radier, pois vai receber mais carga para ser distribuído ao solo. Isso vai depender do projeto, para o projeto utilizado como base para o estudo, é preciso fazer serviço de escavação das valas, para a execução de sapatas, vigas baldrames de bloco de concreto com barras de ferro, impermeabilização, e para isso é preciso montar as formas, colocar as ferragens e lançar o concreto. Toda a execução da infraestrutura leva um tempo, mais mão de obra e material em comparação com radier.

Em seguida vem a superestrutura, com a execução dos pilares e vigas, para isso é feito a amarração da ferragem, montagem da ferragem na forma e o escoramento para a concretagem, depois do tempo de cura, vem a laje, a laje também pode ser pré-moldada ou concreto armado. Normalmente após a retirada das escoras inicia o assentamento dos blocos com argamassa, para as paredes de vedação ou pode-se iniciar o piso.

De acordo com Oliveira (2004), antes do contrapiso da fundação é importante lembrar da instalação de água, esgoto e energia, que será passado por baixo do piso. O que muita das vezes pode passar despercebido na hora da execução e gera um

retrabalho do qual leva tempo, material e diária de serviço para a execução, o que deve ser evitado.

Com a alvenaria concluída vem o chapisco para ter uma aderência, emboço para regularizar a parede e o reboco para o acabamento. Depois de deixar a parede pronta, pode-se dar continuidade nos acabamentos finais, como passar o selador, argamassa, textura, pintura, cerâmica, instalação das esquadrias, portas e todos os acabamentos segundo o que pede no projeto.

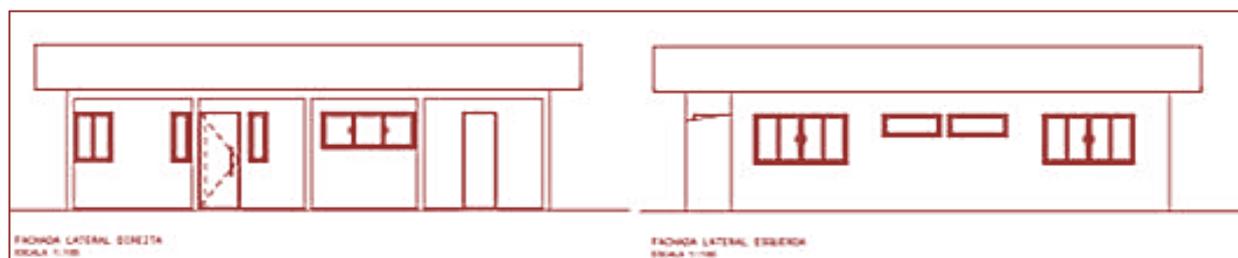
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido em duas etapas, a primeira relacionada a pesquisas científicas sobre a execução de residência utilizando painéis monolíticos de EPS, para pontuar as diferenças entre este método e o de alvenaria convencional, a segunda etapa foi a elaboração do projeto de uma residência unifamiliar e seu orçamento para composição do cronograma físico financeiro em busca do comparativo de valores e tempo de execução.

Algumas fabricas e empresas de painéis monolíticos disponibilizada em seus sites para seus clientes manuais com informações técnicas, como os ensaios realizados no material, os laboratórios, os institutos que aprovam esses ensaios e normas utilizadas para a aprovação desses testes. E este foi um dos meios para encontrar as informações técnicas sobre sua resistência, seus ensaios já realizados e suas aprovações para comercialização e execução de casas. Pois como é um método novo Brasil, foi difícil encontrar informações em livros, mas foi possível em trabalhos acadêmicos já existentes, revistas de tecnologias na construção civil e suas normas. O levantamento de informação sobre sua execução para comparar com o método convencional foi possível atrás de empresas que explica seu método construtivo com o intuito de vender o curso profissionalizando e espalhar conhecimento para o crescimento da inovação.

O projeto da casa foi feito com base em uma já existente, mostrado na figura 3, com 76,50m<sup>2</sup> em um terreno de 297m<sup>2</sup>, com uma suíte, um quarto, um banheiro, sala de estar e jantar, cozinha e área de serviço. O qual foi usado como base para o levantamento quantitativo. E na figura 2 a apresentação da planta de corte da casa, mostrando os detalhes da fachada. Para fins de cálculo foi determinado um pé direito de 2,60 metros, uma platibanda e laje impermeabilizada.

Figura 2: Planta do corte da casa



Fonte: Autores, 2020



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o presente estudo comparativo da construção de uma residência utilizando painéis monolítico de EPS e o método de alvenaria convencional. Foi possível concluir através de pesquisas bibliográficas que o método com os painéis tem bastantes vantagens em seu uso, como mostra na tabela 3. Vantagens do qual é obtida por causa de sua matéria prima que é o EPS e sua estrutura de malha de aço e argamassa.

Tabela 3: Vantagens do uso dos painéis monolíticos de EPS na residência.

Vantagem dos painéis monolítico	
Permite flexibilidade no projeto. Redução de resíduo na obra Rapidez na execução. Menor esforço físico e fadiga na mão de obra. Fácil transporte e armazenamento.	Aumento no conforto térmico e acústico Produto 100% reciclável. Tem redução de até 50% do peso em m <sup>2</sup> em comparação ao sistema convencional. Atende as exigências normativas da construção civil.

Fonte: Autores, 2020

Assim como todo material e sistemas construtivo, esse método também tem suas desvantagens. A primeira dela é a dificuldade de encontrar fabricas onde fabricam os painéis prontos, ou seja, estruturado, materiais de características segundo a norma para ter a resistência necessária e empresas do qual executam, pois no Brasil ainda está em fase de crescimento, conhecimento da parte da população. Outro ponto é a mão de obra que precisa ser especializada, ou a presença de um profissional na área de sua montagem para a execução correta. Importante ressaltar que as instalações elétricas, exigem um cuidado para serem muito bem protegidas dentro dos painéis, portanto é preciso profissionais que conheçam o procedimento de sua execução.

Como este trabalho busca um comparativo entre os dois métodos executivos, existe suas etapas que são diferentes e tem suas etapas de serviços comuns, como limpeza do terreno, instalação provisória, trabalho de terra, cobertura do qual teve o mesmo orçamento, revestimentos e acabamentos finais como na planilha 1 e planilha 2, apresentando o cronograma físico financeiro.

Nos resultados da planilha 1, mostra que a obra teve um prazo de 4 meses, o primeiro mês com as primeiras etapas e a infraestrutura, o segundo mês com o inicio e termino da superestrutura e no terceiro a cobertura, alvenaria e o revestimento, no quarto mês fica os acabamentos finais, limpeza fina e entrega. No metodo convencional de construção tem as etapa mais demorada, que a execução das fundações, pilares e laje, pois querer o tempo de cura para a concretagem e uma etapa depende da outra, existe as sucessoras e predecessoras, e so mais adiante que começa a alvenaria e seus revestimentos. O valor total foi de R\$158.480,85 com 20% de BDI no custo total de material e mão de obra. Pode-se observar também que o maior valor gasto em percentual ficou na estapa da superestrutura com 42,84% do total.

Planilha 1: Cronograma físico financeiro da casa convencional de alvenaria

CRONOGRAMA - FÍSICO FINANCEIRO											
ITEM	DESCRIÇÃO	%	VALOR DO ITEM (R\$)	DIAS							
				30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
				(%)	Valor (R\$)	(%)	Valor (R\$)	(%)	Valor (R\$)	(%)	Valor (R\$)
1.0	ADMINISTRAÇÃO	9,72	15.400,00	25%	3.850,00	25%	3.850,00	25%	3.850,00	25%	RS 3.850,00
2.0	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	6,11	9.682,40	100%	9.682,40						
3.0	TRABALHO EM TERRA	3,76	5.951,56	100%	5.951,56						
4.0	INFRAESTRUTURA	12,35	19.572,95	100%	19.572,95						
5.0	SUPER ESTRUTURA	42,84	67.899,59			100%	67.899,59				
6.0	COBERTURA	11,77	18.647,74			50%	9.323,87	50%	9.323,87		
7.0	PAREDES E PAINÉIS	5,90	9.349,59			60%	5.609,75	40%	3.739,84		
8.0	REVESTIMENTO	7,03	11.137,02			50%	5.568,51	50%	5.568,51		
9.0	LIMPEZA DA OBRA	0,53	840,00							100%	840,00
	TOTAL GERAL	100,00	158.480,85	24,64%	39.056,91	58,21%	92.251,72	14,72%	22.482,22	3%	4.690,00
	TOTAL ACUMULADO			24,64%	39.056,91	82,85%	131.308,63	98%	153.790,85	100,60%	158.480,85

Fonte: Autores, 2020

Planilha 2: Cronograma físico financeiro da casa com painéis monolítico

CRONOGRAMA - FÍSICO FINANCEIRO							
ITEM	DESCRIÇÃO	%	VALOR DO ITEM (R\$)	DIAS			
				30 dias		60 dias	
				(%)	Valor (R\$)	(%)	Valor (R\$)
1.0	ADMINISTRAÇÃO	8,06	9.800,00	50%	4.900,00	50%	4.900,00
2.0	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	6,58	8.002,40	100%	8.002,40		
3.0	TRABALHO EM TERRA	2,40	2.914,22	100%	2.914,22		
4.0	INFRAESTRUTURA	17,88	21.730,04	100%	21.730,04		
5.0	PAINÉIS E REFORÇOS	39,88	48.461,55	50%	24.230,78	50%	24.230,78
6.0	COBERTURA	15,34	18.647,73			100%	18.647,73
8.0	REVESTIMENTO	9,16	11.137,01			100%	11.137,01
9.0	LIMPEZA DA OBRA	0,69	840,00			100%	840,00
	TOTAL GERAL	100,00	121.532,95	50,83%	61.777,44	49,17%	59.755,52
	TOTAL ACUMULADO			50,83%	61.777,44	100,00%	121.532,96

Fonte: Autores, 2020

A planilha 2, mostra o cronograma físico financeiro da casa com painéis monolíticos, onde mostra os valores das etapas e seu tempo de execução, a administração e instalação provisória não mudou em relação ao método convencional de alvenaria, assim como a cobertura e revestimentos. Para a execução da cobertura com laje pre-moldada foi feita uma cotação de preço na cidade de Manaus, onde o valor da

execução juntamente com a mão de obra saiu por R\$18.647,73 reais por uma empresa prestadora de serviço especializado em lajes. A execução da casa tem um prazo de dois meses, pois no primeiro mês é possível depois da fundação já fazer a montagem dos painéis, instalações e no segundo mês terminar com a cobertura, revestimento, limpeza e entrega.

Na planilha 2 aponta como diferencial em comparação com a planilha 1 referente no seu tempo de execução e na diferença de valor os itens de infraestrutura e painéis. Há uma redução de tempo porque a partir do momento que os painéis se encontram na obra, logo podem ser montados, levam no máximo dois dias para sua montagem na planilha 2 foi apresentado 50% em cada mês, foi considerado no final do mês pensando no tempo de cura da fundação, e dentro dessa porcentagem está incluso também a passagem das instalações. A infraestrutura pode ser feita no primeiro mês, pois é feito com o radier onde seu processo também é mais rápido em comparação com as sapatas e vigas baldrames.

No quadro 1 é apresentado o orçamento da estrutura dos painéis monolítico em EPS para o projeto feito para o estudo, onde o valor total é de R\$ 34.615,39 reais, incluindo o transporte até Manaus e sua instalação, pois vem da cidade de São Paulo, é exigido apenas que a fundação esteja pronta e seu prazo máximo de dois dias para sua instalação. Os painéis de malha 5x5cm são os utilizados para a vedação dividido no quadro 1 em 4 itens e logo depois a descrição dos reforços, cuja a dimensão da malha é 5x15cm.

Quadro 1: Orçamento da estrutura de painéis monolítico com reforço

QUANTIDADES - PAINÉIS						Nº SQ:	Revisão: 0						
<input checked="" type="checkbox"/> INICIAL <input type="checkbox"/> MODULAÇÃO						Cliente:	Vendedor: Karmyla						
Data: 29/09/2020		Obra: Residência		Cidade:		Execução:							
Item	Painel Malha #5x5cm	H (mm)	L (mm)	Espessura do EPS (mm)	Área total (m²)	m² por painel	Quantidade de painel	Preço do m² (R\$)	Preço Total (R\$)	Área de Painel (m²)	m² Total	OBSERVAÇÃO	
												Realidade	Área Proj. (m²)
1	Painel - 70 X 1150 X 2000	3000	1150	70	92,12	3,450	28	R\$ 99,00	R\$ 9.406,29	95,013	6,85	Térreo	
2	Painel - 70 X 1150 X 3000	3000	1150	70	129,94	3,450	39	R\$ 99,00	R\$ 13.238,48	133,722	9,36	Muro	
3	Painel - 70 X 1150 X 2800	3000	1150	70	25	3,450	8	R\$ 99,00	R\$ 2.787,05	28,152	1,97	Beiral	
4	Painel - 70 X 1150 X 3000	3000	1150	70	39,19	3,450	12	R\$ 99,00	R\$ 4.181,57	42,228	2,96	Platibanda	
Total =									R\$ 29.612,39	299,115	20,94		
REFORÇOS:													
Item	Descrição	Unidade de medida	Quantidade	Preço Unil. (R\$)	Preço Total (R\$)								
1	Reforço tipo "L" malha 5x15	pc	210	R\$ 10,30	2.163,00								
2	Reforço tipo "Liso" malha 5x5	pc	70	R\$ 8,20	574,00								
3	Reforço tipo "U" malha 5x15	pc	220	R\$ 10,30	2.266,00								
Total =					R\$ 5.003,00								
TOTAL PAINÉIS + REFORÇOS: R\$ 34.615,39													

Fonte: Empresa MundiEPS, 2020

Em Manaus as empresas que trabalham com EPS não fabricam essas placas com a estrutura, porém é uma inovação no Brasil que ainda está crescendo e com o aumento de demanda e conhecimento do método, é provável que cresça as fabricas e construtoras oferecendo esse modelo de execução de casas residenciais.

É a mostrado no quadro 2, a descrição do serviço do sistema convencional, seu custo e porcentagem, onde é claro que o valor maior é a superestrutura com 42,84%, em relação ao valor total de custo da obra que ficou em R\$158.480,85 reais.

Quadro 2: Distribuição dos custos para o Sistema de Painéis Monolíticos de EPS

Aferição de Custos - Sistema Convencional			
Item	Descrição	Custo (R\$)	%
1	Administração	15.400,00	9,72
2	Instalações Provisórias	9.682,40	6,11
3	Trabalho em Terra	5.951,56	3,76
4	Infraestrutura	19.572,95	12,35
5	Superestrutura	67.899,59	42,84
6	Cobertura	18.647,74	11,77
7	Paredes e Painéis	9.349,59	5,90
8	Revestimento	11.137,02	7,03
9	Limpeza da Obra	840,00	0,69
Total		R\$ 158.480,85	100

Fonte: Autor,2020

Quadro 3: Distribuição dos custos para o Sistema de Painéis Monolíticos de EPS

Aferição de Custos - Painéis de EPS			
Item	Descrição	Custo (R\$)	%
1	Administração	9.800,00	8,06
2	Instalações Provisórias	8.002,40	6,58
3	Trabalho em Terra	2.914,22	2,40
4	Infraestrutura	21.730,04	17,88
5	Painéis e Reforços	48.461,55	39,88
6	Cobertura	18.647,73	15,34
7	Revestimento	11.137,01	9,16
8	Limpeza da Obra	840,00	0,69
Total		R\$ 121.532,95	100

Fonte: Autor,2020

Para o sistema de construção com os painéis, seus dados estão no quadro 3, onde mostra o custo de cada item e suas porcentagens de uma forma mais claro. Em comparação com os dados sobre a superestrutura no quadro 2, a etapa o que o substitui são os painéis e reforços, com 39,88% de custo e o valor total da execução foi levantado em R\$121.532,95 reais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo comparativo realizado neste trabalho, é possível concluir que o método convencional de alvenaria para a execução de uma casa unifamiliar pode ser substituído pelo método de painéis monolíticos de EPS, pois é possível obter um menor custo, como mostrado nos resultados o valor do custo total teve uma redução de 23,31%

em relação ao orçamento da casa pelo sistema convencional. Além de seu tempo de execução ser mais rápido, prático e flexível, o que pode construir bastante na construção civil, pois o que muitos clientes buscam é rapidez na execução, menor desperdício de matérias e um custo benéfico.

Existem seus pontos negativos, porém são itens que podem ser solucionados com o crescimento desse método, pois o que falta é a mão de obra especializada e um aumento de fabricas para a fabricação desses painéis, do qual precisam ser confiança seguindo todas as normas exigidas. O que depende do aumento da demanda para gerar essa expansão e para isso faz-se necessário o conhecimento de seu processo e seus benefícios.

Independentemente de ser um material pouco utilizado e de menor demanda, foi possível mostrar a diferença de preço e redução de custo mesmo o material sendo transportado da cidade de São Paulo até Manaus. A sua economia está não somente no custo do material, mas também na redução de mão de obra, através do seu tempo de execução, sua praticidade na montagem, redução de retrabalho no caso de possíveis mudanças de projeto, pois os painéis são de fácil mudança e reaproveitável.

Embora ainda exista uma resistência sobre materiais inovadores na construção civil, é capaz que essa alternativa cresça com o decorrer dos anos. Pois a tendência é que os materiais de grandes impactos ambientais sejam trocados por outros mais sustentável que fiquem em harmonia com o meio-ambiente, casas com isolamento térmico e acústico com praticidade e leveza durante a construção. E esse conceito é bastante utilizado em outros países, no entanto é novo no Brasil.

Depois de todos os estudos, pesquisas e levantamento realizados foi apresentado uma construção viável como alternativa para a construção de casas unifamiliar, o que falta é esse crescimento em relação ao conhecimento, aceitação da população o que é provável atrás do conhecimento de seus benefícios que influenciam em sua qualidade de vida dentro de suas residências. Portanto é importante acreditar na mudança e desenvolvimento dos métodos construtivos, assim como o uso de novas tecnologia dentro da obra.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Daniel. A função da precipitação no conforto do clima urbano da cidade de Manaus. **Revista geonorte**, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.22 – 40, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11752: Matérias celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial – especificações**. Rio de Janeiro.1992.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. 2007. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89757/241196.pdf?sequence=1>>. Acesso em 5 de setembro de 2020.

CAUAM. **Casa monolítica de eps para habitação de interesse social**,2018. Disponível em: <<https://www.cauam.gov.br/wp-content/uploads/2018>>. Acesso em 05 de setembro de 2020.

COMISSÃO SETORIAL DE EPS, 2020. Disponível em:  
<<http://www.epsbrasil.eco.br/aplicacoes.html>>. Acesso em: 05 de setembro de 2020.

GONSALVES, Ricardo. **EPS, uma tendência na construção para um futuro melhor.** Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/eps-uma-tendencia-na-construcao-futuro/>>. Acesso em: 16 de julho de 2020.

SILVA, Daniel. **FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO CONFORTO DO CLIMA URBANO DA CIDADE DE MANAUS.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.22

– 40, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/9128150-A-funcao-da-precipitacao-no-conforto-do-clima-urbano-da-cidade-de-manaus.html>> Acesso em 20 de julho 2020.

IPT – Instituto de Pesquisa e Tecnologia do estado de São Paulo, 2012. Disponível em: <[http://www.ipt.br/noticias\\_interna.php?id\\_noticia=603](http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=603)>. Acesso em: 05 de setembro de 2020.

KNAUF INDUSTRIES, 2020. Disponível em:  
< <https://www.mundoisopor.com.br/conheca-ahistoriadoisopor>>. Acesso em 05 de setembro de 2020.

MATHEUS, Almeida. Alvenaria Convencional – O Que É? Vantagens e Desvantagens! **Total Construção**, 2019. Disponível em: <<https://www.totalconstrucao.com.br/alvenaria-convencional/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

SANTOS, Altair. Alvenaria ainda domina, mas desperdício segue em alta. **Cimento Itambe**, 2019. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/alvenaria-ainda-domina-mas-desperdicio>>. Acesso em: 06 de setembro de 2020.

TATUM, C. B. Processo off innovation in construction firm. **Journal of construction engineering and management** – ASCE. Nova York, 1986. 178p.

**Tecnocell**, 2008. Disponível em: <[http://www.tecnocell.com.br/catalogos/tecnocell\\_catalogo\\_novo.pdf](http://www.tecnocell.com.br/catalogos/tecnocell_catalogo_novo.pdf)>. Acesso em: 27 de agosto de 2020.

MUNDO ISOPOR, 2016. Disponível em:  
<https://www.mundoisopor.com.br/mercado/isopor-e-tendencia-sustentavel-no-segmento-de-construcao-civil> Acesso em: 28 de outubro de 2020

ABRAPEX. Manual de utilização – EPS na construção civil. São Paulo: Pini, 2016

ANBT – ABNT Associação Brasileira de normas técnicas NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, A. Luciana. **Painéis monolíticos de EPS são regulamentados pelo Ministério das Cidades.** Soluções em EPS, 2019. Disponível em:  
<<https://www.aecweb.com.br/empresa/grupoisorecort/materia/paineis-monoliticos->

de-eps-sao-regulamentados-pelo-ministerio-das-cidades/18527>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

TCPO - Tabela de Composição de Preço para Orçamentos, 13ed., São Paulo: Pini, 2010.

TADINI, Dario. Por dentro da fábrica - Casa de Isopor. Marano Barros, Youtube, 2018. Disponível em; < [https://www.youtube.com/watch?v=Dc23uSF\\_QWU&t=42s](https://www.youtube.com/watch?v=Dc23uSF_QWU&t=42s)>. Acesso em: 25 de março de 2020.

FORMIGONI, Diogo D. P. **Análise comparativa do desempenho de fundação rasa do tipo radier com fundação rasa de sapatas isoladas**. Trabalho de conclusão de curso - UTFP. Curitiba, 2009.

OLIVEIRA, Camila. Guia minha construção. Manual prático e completo, On Line editora, ed. 03, 2004.

# Capítulo 13

## *Sistema construtivo Light Steel Frame na construção de habitações sociais*

*Lissa Querem Lima Moura*

*Rodrigo Marinho da Costa*

*Luciane Farias Ribas*

*Sara dos Santos Santarém*

**Resumo:** O presente estudo aborda a temática sistema construtivo light steel frame na construção de habitações sociais. O método construtivo light steel frame é um processo construtivo que se encontra dentro da perspectiva de mercado como uma solução de mudança na construção civil. Esse fato ocorre em razão do método se apresentar como uma solução para o sistema construtivo, ganhando espaço no Brasil como em construções de diversos seguimentos dentre estas as habitações sociais. O objetivo proposto para esse estudo foi avaliar o impacto do sistema Light Steel Frame no cronograma físico e financeiro de obras de habitações sociais, por meio de dados secundários, analisando as vantagens e obstáculos no uso da técnica construtiva. Os procedimentos metodológicos utilizados consistiram na pesquisa bibliográfica, considerando os aspectos de um estudo descritivo, com abordagem qualitativa realizado a partir de levantamento do referencial teórico para o qual utilizou-se como material de pesquisa, livros e artigos originais com base nos bancos de dados disponíveis eletronicamente, para a revisão da literatura. Os resultados revelaram que o sistema construtivo light steel frame é um método que faz uso de perfis de aço galvanizado, forjado a frio em conjunto com componentes industrializados na construção civil. Uma das vantagens é que a estrutura da obra que utiliza esse sistema construtivo é composta por um determinado número de elementos fazendo com que os esforços tenham melhor distribuição para os elementos resistentes e leves. Em função da leveza de sua estrutura, admite o alívio da transmissão da carga para o solo.

**Palavras-chave:** Construção civil, Light Steel Frame, Sistema construtivo, Habitação.

## 1. INTRODUÇÃO

Este estudo aborda a temática sobre o sistema construtivo *Light Steel Frame* na construção de habitações sociais, visando conhecer o processo construtivo e abordar os conceitos de seu uso no processo construtivo.

Uma das principais características do sistema construtivo *Light Steel Frame* é a estruturação de todo seu processo, indo desde sua parte introdutória até a executória. Esse sistema é feito fundamentalmente por perfis de aço galvanizados formados a frio, o que proporciona baixo peso a todo o conjunto edificado. Isso faz com que ele seja interessante para a construção de habitação social.

A construção civil é um sistema construtivo que está sempre buscando sistemas que se apresentem cada vez mais industrializados e com menos perdas e de modo recente com o objetivo de se encontrar meios de proteger o meio ambiente, e o *Light Steel Frame* aparece como uma boa solução para a construção de obras populares no Brasil de interesse social (CALÇADA, 2014).

Obra considerada de interesse social são aquelas denominadas de habitação popular ou habitação de baixo custo. Este sistema construtivo é aberto, e permite a utilização de diferentes materiais. Sendo flexível, não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizando e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas. É customizável permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto, além de ser durável e reciclável

A construção de habitação popular com o propósito de solucionar o déficit habitacional brasileiro segundo Hass, Martins (2011), buscou novas alternativa de método construtivo, e nesse sentido introduziu soluções inovadoras no mercado, no entanto, nem todas corresponderam aos requisitos mínimos desejáveis para que se produzisse uma habitação popular de qualidade. Sendo a construção industrializada uma das soluções encontradas foi recorrer ao método *light steel frame* por oferecer vantagem em relação a velocidade de execução, com garantia de uma melhor qualidade na habitação pro ser essa industrializada. Dentre essas alternativas destacamos o método do *steel frame*.

Diante dessa premissa questiona-se: Como está ocorrendo o processo de aceitação das construtoras e da população sobre o sistema construtivo *Light Steel Frame*?

Nesse sentido este estudo teve por objetivo geral avaliar o impacto do sistema *Light Steel Frame* no cronograma físico e financeiro de obras de habitações sociais, por meio de dados secundários, analisando as vantagens e obstáculos no uso da técnica construtiva, e especificamente apresentar os fundamentos teóricos do sistema construtivo *Light Steel Frame*, abordando suas características, etapas construtivas e materiais empregados; avaliar se as tecnologias empregadas na construção do *Light Steel Frame* apresentam vantagens sobre o método construtivo convencional; analisar as características das etapas construtivas do *Light Steel Frame* empregados na construção de habitações sociais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 LIGHT STEEL FRAME NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Hoje em dia, com o crescimento da demanda do setor da construção civil, surge a necessidade de se construir com maior agilidade e de maneira mais eficiente. A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar novas alternativas para a indústria da construção civil.

Segundo Fernandes, Silveira (2013), apresentam limitações ao sistema

construtivo tradicional, suscitando a necessidade de se investir em métodos construtivos que permitam a racionalização dos seus processos, e possuam um alto nível de industrialização.

Estudos realizados por Santiago, Freitas; Castro (2012, p. 11), estes destacam que diante do potencial crescimento populacional, assim como dos avanços tecnológicos, o setor da construção civil vem buscando por sistemas construtivos mais eficientes e com processos mais racionalizados, com o propósito de aumentar a produtividade, diminuir a geração de resíduos e para atender a demanda crescente por busca de moradia.

Na concepção dos autores referenciados uma das alternativas favoráveis é a utilização de sistemas construtivos com *Light Steel Frame* conhecido como sistema LSF, que é caracterizado pelo grande índice de industrialização, com projetos detalhados e integrados, minimizando perdas e prazos na construção. Diante desse contexto o sistema LSF, torna-se uma alternativa viável para o setor da construção civil, haja vista que é uma tecnologia já bem difundida em países de primeiro mundo.

Desse modo, é fundamental entendermos o significado do termo LSF, o que segundo Almeida (2015), designa o sistema construtivo baseado em estrutura de aço leve. É considerado um sistema construtivo aberto, que permite a utilização de diversos materiais, flexível – pois não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizado – otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas, customizável – permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável (JARDIM; CAMPOS, 2014).

Esse sistema construtivo com a utilização do Steel Frame foi lançado em meados do século XIX, nos Estados Unidos, quando ocorreu a caminhada para a região Oeste, em busca de melhorias de vida, conquistando novos territórios americanos, surgindo assim um elevado número de pessoas. Esse aumento populacional gerou problemas habitacionais, exigindo rapidez na resolução desse problema de moradia de maneira prática e com uso de material disponíveis na localidade onde essa população se encontrava (SANTIAGO, RODRIGUES, OLIVEIRA, 2010).

Mediante esse quadro ainda citando Santiago, Rodrigues, Oliveira (2010), ocorreu aumento de exploração das áreas verdes, como consequência dessas ações, as empresas que trabalhavam com uso e madeiras nativas tiveram suas ações vetadas, tendo as madeiras que se adaptar as novas normas implementadas, substituindo por madeira de custo mais baixo, fazendo com que a qualidade das moradias ficasse abaixo do esperado, como alternativa para melhoria de moradia, passou-se a fazer uso do aço.

Tendo em vista o que diz Belivaqua (2013), ao fim da Segunda Guerra Mundial, o aço se tornou um material que se apresentava em grande quantidade, sua produção foi crescendo no mercado após a guerra, surgindo assim a metodologia da construção LSF, como alternativa de moradia no mercado construtivo.

Os problemas eram os mesmos. As pessoas queriam construir suas casas o mais rápido possível, gastando pouco, mas tendo uma construção de alta qualidade e resistente aos eventos naturais.

Porém, naquela época, o aço ainda era pouco utilizado para a construção civil. Principalmente se tratando de pessoas físicas, se assim posso dizer, por causa da dificuldade de se encontrar e por conta do preço. Em relação ao Brasil a aplicação do LSF, começou a partir de 1998, onde as tendências tecnológicas nessa nova maneira de construir apresentava vantagens tanto para o consumidor quanto para as empresas construtoras conforme relatos de Guizelini (2010).

Este tipo de construção veio como uma forma de atender as necessidades de uma sociedade moderna em relação à construção civil. Desta forma a metodologia aplicada

traz componentes industrializados e com isto conseguem promover o controle do produto final, de

forma segura e sem riscos de desvios nos procedimentos de materiais e serviços durante a etapa da construção (BICHINSKI, 2017, p. 17).

Para o autor referenciado esse novo método construtivo trouxe inovações para a construção civil, onde apresenta segurança e falta de risco de desvios de materiais e serviços beneficiando a etapa do processo construtivo.

## 2.2. A UTILIZAÇÃO DO LIGHT STEEL FRAME NO BRASIL

No Brasil a utilização do LSF, se deu a partir da década de 1990, quando começou a ser utilizado em maior escala, sobretudo no segmento industrial. A partir de então, passou a atrair empreendedores de olho nos benefícios da construção racionalizada, como a possibilidade de redução do cronograma de obra, resíduos nos canteiros e patologias no pós- obra.

O Centro Brasileiro da Construção do Aço (CBCA, 2015) afirma que nos dias atuais esse sistema passa por processos de desenvolvimento e aceitação dentro do mercado nacional com aplicações que não limitam-se mais à construção de residências. Isso ocorre graças à incentivos, tais como; a definição dos requisitos mínimos para financiamento de habitações em LSF (figura 1) feitos pela Caixa Econômica Federal; a publicação de dois manuais pelo CBCA, utilizados para especificação e uso; e a normatização dos principais componentes dos sistemas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, 15253/2014. (CALÇADA, 2014, p. 49).

Analisando a figura 1, essa apresenta o desenvolvimento de uma obra realizada com o uso do LSF, comprovando que sua aplicação traz benefícios em razão de sua composição em relação a rapidez e redução de desperdício, comprovando, assim que esse tipo de construção veio acrescentar ganho na construção das obras sociais.

Figura 1 – Construção de obra em LSF



Fonte: Monteiro (2017)

O tipo de obra produzida com LSF, geralmente são em sua maioria sobrados. Diante desse cenário enfatiza-se que um dos aspectos particulares do LSF, que o torna diferente de outros sistemas é sua composição não somente pelos painéis estruturais, mas por uma quantidade de elementos e subsistemas que funcionam em conjunto.

Nesse sentido, Hass e Martins (2011, p. 9), afirmam que com a crescente demanda do setor da construção civil na atualidade, tem-se a necessidade de construir com maior rapidez e menor desperdício, considerando uma crescente conscientização sobre a importância das questões ambientais. Esta nova forma de construção aumenta a eficiência do processo de produção de edifícios por meio da melhoria de sua eficácia. De acordo com Baptista e Ferreira (2005, apud Calçada, 2014, p. 49 -50), “o grau de industrialização de um processo pode ser medido pelo seu nível organizacional e isso é avaliado por meio de um indicador que faz a relação entre consumo de mão-de-obra por unidade de área construída”.

### 3. METODOLOGIA CONSTRUTIVA DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME*

A metodologia construtiva do método *light steel frame* se constitui se constitui um processo onde pode ser utilizado três métodos de acordo com o Centro Brasileiro de Construção em aço (2016), de acordo com descrito na tabela 1.

Stick	Na utilização do método stick não há a obrigação da existência de um local determinado concernente a pré-fabricação, outro fator que favorece esse processo é o traslado dos perfis não montados para o canteiro de obra, e mesmo com a ampliação das atividades laborais na obra, a montagem dos perfis são de fácil implementação.
Painéis	Sobre o método relacionado aos painéis esse apresenta uma ampla velocidade na montagem tornando mínimo a prática do trabalho no local da obra, promovendo um maior controle na fabricação das peças, ocasionando uma ampliação na precisão das peças gerando desse modo condições mais favoráveis na montagem nas empresas fabricantes.
Construção Modular	Tendo em vista a construção modular as peças são totalmente pré-fabricadas, sendo o seu sistema estrutural e subsistemas montados totalmente em fábrica, essas peças são transportadas somente para o terreno locado.
Fundação	Na NBR 6122/2010, consta que antes da realização do projeto, assim como da execução da fundação, é indispensável que se realize uma averiguação geotécnica inicial no local da obra com experimentos de pesquisa a percussão com SPT, com o objetivo de qualificar o solo, medindo o índice de resistência a penetração NSPT para verificar como está a capacidade de aditivo referente a carga do solo, outro fator a ser destacado na fundação é a mediação da superfície do lençol freático.
Radier	Sobre o radier (Figura 2) esse é a construção de uma laje de concreto armado com apoio direto no solo. Sua implementação ainda estabelece que sejam colocadas vigas sob os painéis estruturais para que tenha maior rigidez no plano da fundação a ser executado. Além disso antes de acontecer a concretagem as esferas devem ser locadas nas instalações que irão passar pelo solo.

Como apresentado na tabela 1 sobre a metodologia construtiva do sistema *light steel frame* verifica-se que no processo Stick os perfis e elementos estruturais são cortados e montados in loco. Os perfis podem vir previamente perfurados para a passagem das instalações e os demais subsistemas (fechamento, isolamento termo acústico, revestimento) são instalados após a montagem da superestrutura (PENA, 2009).

Em relação aos painéis os elementos estruturais e não-estruturais, como painéis, contraventamentos, lajes e tesouras de cobertura, são pré-fabricados fora do canteiro e suas conexões são feitas in loco por meio de parafusos autobrocantes e autoatarraxantes. Os materiais de fechamento também podem ser aplicados em fabrica

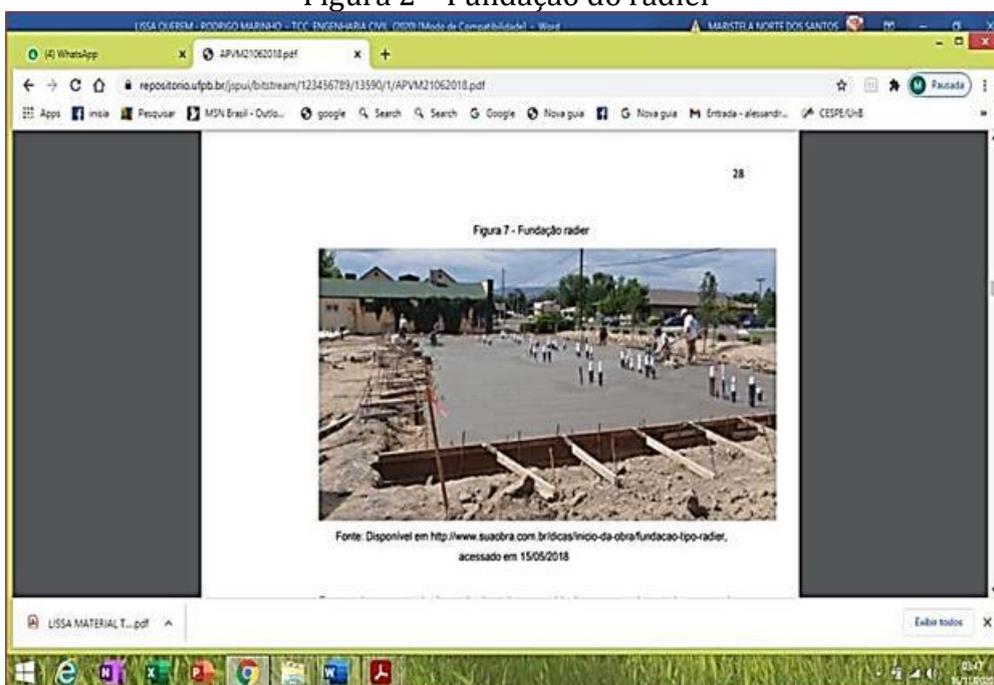
ou sua colocação pode ser feita pós junção da estrutura (VIVAN, 2011).

Quanto ao Radier segundo Penna (2009), esse é o tipo de fundação que permite a maior rapidez na montagem em série de casas, que é o caso quando se vai construir um conjunto habitacional na produção de habitações sociais (Figura 2).

Para uma estrutura leve como a do LSF a infraestrutura se resume a uma fundação superficial, onde as cargas são recebidas diretamente pela fundação que distribui essas tensões sob sua base, e seu leito de fundação se encontra assentado em geral de 1,5 a 2 metros de profundidade. Nesse sentido, segundo Pedrosa et al, (2014), pode-se ter como opções o radier ou as vigas de fundação. É válido salientar que independentemente do tipo de fundação

direta escolhida em projeto, há a necessidade de um tratamento de impermeabilização, evitando possíveis patologias relacionadas a umidade devido a capilaridade da água.

Figura 2 – Fundação do radier



Fonte: Pedrosa et al. (2014).

Para que não ocorrem patologias pertinentes a umidade é indispensável que o radier seja construído sobre uma manta, caso não haja possibilidade de se trabalhar esse processo, deve-se conservar uma extensão entre a base do radier e o contrapiso de pelo menos de 15 centímetros. É importante frisar que nesse modelo de fundação é possível evitar patologias de recalque, por essa ser de forma contínua, isso proporciona ao recalque a uniformização da estrutura do radier.

- Vigas de fundação

Nesse aspecto as vigas de fundação são arquitetadas para servirem de fundação, abaixo de paredes, quando o material é LSF sob os painéis estruturais, nesse sentido as cargas da estrutura são distribuídas de maneira uniforme em direção ao solo. Essa estrutura pode ser erguida em pedra de argamassa, alvenaria, concreto simples ou armado, podem ainda ser edificadas em pequenas valas que abertas no terreno. O

contrapiso nesse modelo de baldrame pode ter sua execução em concreto adensado no local onde será iniciada a obra, ou amparando um painel de laje de LSF sobre a base da estrutura da obra (SANTIAGO, FREITAS (2012). Esses são os processos da metodologia construtiva do sistema *light steel frame* em especial na edificação de moradias sociais, com vista a atender o aumento do déficit habitacional no Brasil.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

A Metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método, ou seja, o caminho do trabalho de pesquisa. Desse modo os métodos para a realização desta pesquisa foram baseados em princípios científicos e técnicos, com a intenção de desenvolver conhecimento estabelecido a partir do enfrentamento entre teorias já existentes, questionamentos, levantamento de campo e elaboração de demais alternativas sobre os resultados obtidos.

#### **5. QUANTO AOS OBJETIVOS**

A metodologia utilizada na realização da pesquisa, de acordo com seus objetivos, baseia-se numa averiguação descritiva, que de acordo com Gil (2014), são classificadas conforme levantamento bibliográfico; entrevistas apoiadas nas experiências práticas de usuários que sofrem com a problemática em questão; e com exemplificações que provoquem a compreensão.

##### **5.1. QUANTO AOS PROCEDIMENTOS**

Segundo procedimentos técnicos, uma pesquisa bibliográfica é caracterizada e desenvolvida a partir de materiais elaborados e constituídos através de livros e artigos científicos (GIL, 2014). A pesquisa se fundamentou principalmente em um procedimento metodológico primários.

O procedimento realizado no projeto foi a leitura rigorosa das referências bibliográficas escolhidas e de demais textos, teses, pesquisas acadêmicas de importante relevância para elaboração da pesquisa e aprofundamento do referencial teórico. Com o intuito de elucidar atributos teóricos do método construtivo Light Steel Frame, foi apresentado aspectos que o envolvem nas habitações sociais.

#### **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Partindo desse princípio a questão não é somente analisar o impacto do sistema *light steel frame* no cronograma físico e financeiro de obras de habitações populares, mas sim analisar a possibilidade de construção em alta escala como características das metas impostas pelos órgãos governamentais quando se trata da necessidade de atendimento à uma demanda crescente por habitações de interesse social

Haja vista, o potencial do sistema construtivo só é realmente aproveitado se o investimento em treinamento de mão-de-obra e qualificação de projetistas e executores for feito de forma adequada. A falta de mão-de-obra juntamente com o déficit habitacional, existente principalmente entre os cidadãos de baixa renda, faz com que o sistema construtivo Light Steel Frame seja viável, capaz de contribuir para a solução desse problema, já que ele trata de um processo construtivo industrializado de baixa geração de resíduos e de rápida execução, o que colabora na redução do impacto ambiental dentro do âmbito da construção civil, responsável na atualidade por gerar 25% dos detritos sólidos do país. Todavia, um empecilho que limita o uso desse sistema na construção de habitações sociais é a restrição de financiamento em 80% do valor do imóvel, contrapondo outros sistemas que permitem o financiamento integral desse

valor.

Um entrave para a utilização do sistema para a construção de habitação social é a limitação de financiamento em 80% do valor do imóvel, enquanto outros sistemas construtivos permitem que o valor integral do imóvel seja financiado.

Um ponto principal que gera interesse no uso desse sistema é a redução no prazo de execução da obra. Essa característica resulta de uma série de fatores, incluindo a racionalização dos materiais e mão de obra. Essas vantagens na utilização do Light Steel Frame devem ser consideradas tanto no processo de construção quanto na posse das

habitações, uma vez que o sistema disponibiliza uma versatilidade em eventuais adequações e procedimentos de manutenção que possam ser feitos nesses imóveis. Assim, analisando todas os benefícios que esse sistema oferece, é visto sua superioridade, o tornando mais atrativo para aqueles que vão investir nas construções, para os futuros moradores e também para o próprio Governo na produção desses imóveis populares.

O light Steel frame se mostrou um método construtivo bastante competitivo financeiramente comparando se com as técnicas mais usuais do mercado de construção. Mesmo o *steel frame* tendo um custo de um pouco menos de 2% a mais do que o método construtivo mais tradicional utilizado, quando se leva em consideração que o tempo de construção será inferior e a qualidade do produto final superior do que o normal este valor acaba sendo abatido (VIVAN, 2011).

Vale ressaltar também que é possível a diminuição do valor final quando a quantidade de matéria prima comprada for bastante alta para produção em grande escala, sendo possível obter um custo menor de insumos. Quando colocados todos os fatores positivos que acompanham a construção, a viabilidade do empreendimento é muito superior e na verdade se torna o sistema construtivo mais interessante e atraente tanto para investidores como para futuros usuários.

Pelas palavras de Mattos (2006) depreende-se que em razão da obra ser considerada uma das atividades econômicas de grande importância, o seu custo deve ser tratado com a mesma importância. A análise dos custos de uma obra requer uma grande atenção e habilidade, haja vista que os custos aplicados no orçamento, e suas estimativas é uma atividade relacionada a previsão de custos que serão gerados pela obra. O orçamento de um empreendimento por ser sua preparação antes do produto em si, deve ser realizado um estudo prévio para a composição dos preços, para que não venham ocorrer lacunas e nem falta descabidas de produtos e materiais no decorrer da edificação.

Outro benefício do sistema construtivo LSF frente ao sistema construtivo de obras tradicionais é a facilidade das instalações hidráulicas e elétricas, decorrente dos perfis metálicos já serem perfurados de acordo com as dimensões do projeto, e a utilização de painéis de fechamento facilitam a manutenção dessas instalações.

Nesse sentido, Vivan (2011), enfatiza que o LSF evita quebras e rasgos na parede, isto porque para a manutenção dos sistemas prediais só é necessário desparafusar as placas de fechamento dos montantes. Ou seja, a facilidade de compatibilização dos demais processos e sistemas construtivos ao LSF torna esta técnica econômica e eficiente.

Vantagens segundo Santiago, Freitas e Castro (2012), relacionado ao sistema construtivo LSF, esse apresenta inúmeras e benefícios nas edificações, as principais são: os produtos que constituem o sistema são padronizados de tecnologia avançada, em que os materiais para o processo construtivo são elaborados industrialmente, nos quais a

matéria- prima empregada, nos processos de produção, tem como características técnicas o acabamento e o controles de qualidade e eficiência de forma rigorosa.

Sendo o aço é um produto de considerável resistência com excelente característica de qualidade no processo de produção da matéria-prima e dos produtos dele oriundos, é comprovada uma precisão maior de sua dimensão, com melhor desempenho no seu arcabouço. Isso facilita a aquisição dos perfis desenvolvidos a frio, pois esses são deveras usados pela indústria da construção. Sua longevidade e durabilidade proporciona através do processo de galvanização das chapas no momento de fabricação dos perfis, dentre outros.

Ainda na mesma literatura, o LSF tem inúmeras vantagens sobre a construção convencional, pois se trata de um processo altamente industrializado e por isso tecnologicamente avançado se comparado com o sistema construtivo convencional. A grande resistência do aço também contribui para este fato, com sua grande durabilidade e facilidade

de manuseio e montagem. Além disso, a construção em LSF é seca, diminuindo o uso de recursos naturais e desperdícios de materiais, e tem um bom desempenho termoacústico.

Em se tratando dos objetivos específicos sobre os fundamentos teóricos do sistema construtivo Light Steel Frame, abordando suas características, etapas construtivas e materiais empregados. No desenvolvimento desse estudo, ocorreu a oportunidade de aprimorar conhecimentos sobre as vantagens apresentadas no uso desse sistema em relação ao sistema tradicional do método construtivo como o concreto armado e de alvenaria estrutural e de outros sistemas como por exemplo o *wood frame*, todavia essas pesquisas ficaram limitadas em algumas regiões do Brasil, como o sul dos país, sudeste e centro-oeste a saber.

No que se refere aos fundamentos teóricos foi possível compreender de que modo o sistema LSF se apresenta como mais eficiente, essa eficiência se deve a sua propriedade modular, que evita desperdícios, ociosidade dos trabalhadores, por se apresentar como uma construção que busca evitar erros executivos com reparos mais eficientes, onde retrabalhos não faz parte de sua execução, quando surge a obrigação de se avaliar as tecnologias empregadas na construção do *Light Steel Frame*. Essa tecnologia apresenta vantagens sobre o método construtivo convencional, pois se trata de uma tecnologia que vem avançando no decorrer do tempo, demonstrando sua eficácia na construção de habitações populares.

Quanto a análise das características das etapas construtivas do *Light Steel Frame* empregados na construção de habitações sociais, dentre as características foi verificado que o sistema tem possibilidade de se adaptar aos mais diversificados projetos construtivos por conta dos perfis estruturais do aço, o que permite seu uso em substituição aos materiais que comumente são empregados na construção de habitações sociais, oportunizando aos engenheiros mais uma opção para a execução de projetos habitacionais populares.

## 7. CONCLUSÃO

Através do embasamento teórico a respeito do sistema construtivo LSF apresentado neste estudo, procurou-se reunir informações a respeito de suas particularidades, demonstrando uma visão ampla sobre as etapas construtivas do light steel frame e o impacto do sistema *Light Steel Frame* no cronograma físico e financeiro de obras de habitações sociais, características e vantagens de sua aplicação quando comparado ao sistema construtivo convencional

Mediante os fatos apresentados no desenvolvimento deste trabalho foi proporcionado o aprendizado sobre o LSF, como um sistema construtivo que vem se firmando como opção para a construção de diferentes obras de habitação social.

Neste estudo, foi observado no decorrer da pesquisa literária que o LSF apresenta como vantagens um canteiro de obras mais limpo e organizado, a maior racionalização de recursos devido ao elevado grau de industrialização dos materiais utilizados e um menor tempo de execução das atividades, que é consequência também da utilização de materiais pré-fabricados.

Diante dessas aceções conclui-se que o sistema construtivo *Light Steel Frame* na construção de habitações sociais, é um sistema que é pouco utilizado pelas construtoras. Significando que é ainda um longo caminho a ser percorrido para que esse sistema construtivo seja realmente implementado no setor da construção civil.

Essa pesquisa não teve o propósito de esgotar o tema estudado, mas de estimular o conhecimento na área estudada e verificar a importância do uso do light steel frame na construção de habitação sociais possibilitando dessa maneira que novos estudos sejam feitos tendo como base esse assunto.

Deste modo, como sugestões para pesquisas futuras recomenda-se um aprofundamento do tema abordado, buscando estender a análise desta problemática relativa ao light steel frame utilizado como método construtivo em obras populares com o intuito de comparar os resultados desse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2010.
- ALMEIDA, M. I. R. **Manual de planejamento estratégico: desenvolvimento de um plano estratégico com a utilização de planilhas** Excel. 2ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- BELIVAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas apertado e “light steelframing**. 2013. 225 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.
- BICHINSKI, Wyllian Ferreira. **Vantagens e benefícios da industrialização de processos na construção de edificações**. 2017. 29 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.
- CALÇADA, Paulo de Azevedo Branco. **Estudo dos Processos Produtivos na Construção Civil Objetivando Ganhos de Produtividade e Qualidade**. 90f. Monografia (Graduação Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Steel Framing**: Engenharia. 2ed. Rio de Janeiro, 2016.
- FERNANDEZ, Cassis do Carmo Pires; SILVEIRA, Suely de Fátima Rios da. **Ações e contexto da política nacional de habitação**: da Fundação Casa Popular ao Programa Minha Casa, Minha Vida. In: II Encontro Mineiro de Administração Pública Economia Solidária e Gestão Social. Viçosa, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

GUIZELINI, R. **Construção industrializada: rapidez e sustentabilidade para eliminar o déficit habitacional**. 2020. Disponível em: <http://www.drywall.org.br>. Acesso em: 25 out. 2020.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. Monografia (Graduação).

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

JARDIM, G. T. da C.; CAMPOS, A. S. **Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2014. 138p. (Série Manual da Construção Civil).

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras: dicas para orçamentista, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Ed. PINI, 2006.

MONTEIRO, A. C. L. **Análise da capacidade resistente de painéis Light Steel Frame com foco na modelagem numérica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal da Paraíba, 2017.

PEDROSO, S. P.; FRANCO, G. A.; BASSO, G. L.; BOMBONATO, F. A. **Steel frame na construção civil**. 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014.

PENNA, F. C. P. **Análise da viabilidade econômica do sistema Light Steel Framing na execução de Habitações de Interesse Social: uma abordagem pragmática**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, M. S. A.; CRASTO, C. M. **Steel Framing: arquitetura**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 152p. (Série Manual da Construção Civil).

SANTIAGO, A. K.; RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M. S. Light steel framing como alternativa para a construção de moradias populares. In: CONSTRUMETAL – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2010, São Paulo,

VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing**. Dissertação (Universidade Federal Mestrado), de São Carlos, 20117

