

# SABERES DA ENGENHARIA

## Uma Contribuição para a Sociedade

### ORGANIZADORES

SUELÂNIA CRISTINA GONZAGA DE FIGUEIREDO

FABRÍCIO DE AMORIM RODRIGUEZ

LUCIANE FARIAS RIBAS

VOLUME  
**2**



Editora Poisson



Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo

Fabício de Amorim Rodrigues

Luciane Farias Ribas

(Organizadores)

Saberes da Engenharia:  
Uma contribuição para a sociedade  
Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2022

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

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

**Comitê Científico**

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

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

S115
Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade - Volume 2/ Organização: Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo, Fabrício de Amorim Rodrigues, Luciane Farias Ribas. Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2022
Formato: PDF ISBN: 978-65-5866-203-7 DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7
Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia
1. Engenharia Civil 2. Inovação. 3. Tecnologia I. FIGUEIREDO, Suelânia Cristina Gonzaga de II. RODRIGUES, Fabrício de Amorim III. RIBAS, Luciane Farias 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*

## **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.

## **Fabício de Amorim Rodrigues**

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

## **Luciane Farias Ribas**

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

# Prefácio

Ao longo de uma graduação em Engenharia Civil é possível ver diversos assuntos, e cada aluno, dentro das suas habilidades e competências já desenvolvidas antes do ingresso na graduação, sabe identificar a maior afinidade com determinado assunto. Nossos alunos já ingressam com “uma bagagem” de experiências que os capacita a falar com certa propriedade de um assunto.

No momento da escolha do tema para o seu trabalho de conclusão de curso, muitos dos autores aqui reunidos neste volume não tiveram dúvidas ao escolher o seu tema, o que tornou o desenvolvimento dos artigos mais “leve”. A estruturação dos artigos foi baseada em uma metodologia de “Escrita Acadêmica Ágil”, desenvolvida especificamente para quem nunca escreveu um artigo científico, isso por que nós, do Grupo Fametro, acreditamos que a ciência é para todos, e criamos oportunidades o tempo todo para que isso seja uma realidade em nossos cursos.

No curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Fametro da nossa Unidade Sede, foi instituída a modalidade de artigo como uma alternativa aos alunos para desenvolverem seus trabalhos de forma rápida e de qualidade. O método de “Escrita Acadêmica Ágil” foi desenvolvido para o perfil dos nossos alunos, que nunca escreveram um artigo científico, portanto não familiarizados com a Linguagem Acadêmica Técnica-Científica.

O que vemos nesta obra intitulada “Saberes da Engenharia: Uma Contribuição para a Sociedade” é que não só se reuniu “Saberes” de profissionais que conhecem muito bem o tema abordado, mas que conseguiram transferir para o papel esse conhecimento com qualidade, tornando os conteúdos aqui publicados possíveis de serem lidos, citados e compartilhados.

Essa série de publicações em parceria com a Editora Poisson faz parte de um Programa Institucional intitulado “Produzir & Publicar” que cria ações para promover a produção acadêmica no Grupo Fametro. Os frutos desse trabalho e parceria são representados pelas diversas publicações já realizadas.

Este volume especialmente, evidencia a preferencia dos nossos alunos pelo tema pavimentação onde é possível ver a abordagem de temas sobre a Duplicação da Rodovia Estadual AM-070, oportunizando aos discentes de engenharia civil de outras regiões o conhecimento da nossa realidade local quanto aos problemas de logística terrestre que temos. Temos ainda a retratação de problemas na execução de pavimentos e as alternativas para solucionar a falta de material adequado em nossa região. Ainda são apresentados temas sobre Sustentabilidade e “*Lean Construction*”, abordagens que sempre estão presentes em nossas obras já publicadas. No entanto, podemos ver saberes mais peculiares que tratam de temas muito específicos como Obras de Licitação e Aeroportuárias.

É indescritível a satisfação de ver esses “Saberes” aqui reunidos após uma jornada de muitos altos e baixos, mais ainda a sensação de dever cumprido ao apresentar esses conteúdos inspiradores.

Gratidão

*Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciane Farias Ribas*

*Professora da disciplina TCC do Curso de Engenharia Civil do CEUNI FAMETRO*

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Critérios para escolha de mão de obra desonerada e não desonerada por parte da administração pública em obras públicas ..... 8

Breno dos Santos Pimentel

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.01

**Capítulo 2:** Manifestações patológicas da AM 070 ..... 17

Cristiano Reis da Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.02

**Capítulo 3:** O uso do vidro em fachadas e estética na construção civil ..... 26

Eliomar Crisóstomo da Silva de Souza

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.03

**Capítulo 4:** Estudo das principais manifestações patológicas em fachadas na cidade de Manaus: Causas e prevenções ..... 35

Erik Soares Florenzano

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.04

**Capítulo 5:** Coleta e triagem de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso no município de Santana/AP ..... 51

Erika Raphaela Paula Pessoa, Luciane Farias Ribas

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.05

**Capítulo 6:** Avaliação de modulação de contêineres: Estudo de caso de obra comercial na cidade de Manaus ..... 65

Fabianno Lira Pessoa de Queiroz

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.06

**Capítulo 7:** Análise comparativa de custo entre lajes treliçadas e lajes maciças ..... 74

Fernando Alberto Silva Oliveira

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.07

**Capítulo 8:** Propriedades de pavimentos asfálticos com pneus inservíveis ..... 86

Jardel Campos dos Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.08

# SUMÁRIO

**Capítulo 9:** Impactos ambientais na duplicação da rodovia AM-070..... 103

Karina Ribeiro Nogueira, Igor Bezerra de Lima

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.09

**Capítulo 10:** Manifestações patológicas causadas por agentes físicos e biológicos em uma residência mista na cidade de Manaus – AM..... 114

Luan Cristian Brasil Azevedo

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.10

**Capítulo 11:** Patologia do pavimento asfáltico – Estudo de caso da Rua Perimetral Norte 1 – bairro Novo Aleixo..... 128

Matheus Lima da Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.11

**Capítulo 12:** Análise do processo de tratamento biológico aeróbio de efluentes em uma estação de tratamento de esgoto na cidade de Manaus ..... 140

Phâmela André Sicsú

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.12

**Capítulo 13:** Determinação do lead time da etapa de estrutura monolítica: Estudo de caso em um empreendimento de multipavimentos em Manaus..... 154

Ruan Di Marco Bastos Bezerra

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.13

**Capítulo 14:** Alterações do plano diretor do aeroporto de Maricá-RJ ..... 164

Thaís Tristão Teglas

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.14

**Capítulo 15:** Pavimentação asfáltica com tratamento (TSD) na estrada de acesso a comunidade da Ramada, no município de São Francisco/PB ..... 172

Thiago Bruno Pereira Machado

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.15

**Capítulo 16:** Eficiência do isolamento térmico em contêineres..... 183

William Lins de Albuquerque Filho

DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7.CAP.16

# Capítulo 1

## *Critérios para escolha de mão de obra desonerada e não desonerada por parte da administração pública em obras públicas*

*Breno dos Santos Pimentel*

**Resumo:** As obras públicas apresentam conceitos necessários para a elaboração de orçamentos que serão licitados, entre eles está a escolha entre os regimes desonerados e não desonerados, que apresentam algumas diferenças que são detalhadas nos encargos sociais e BDI, e assim, resultam em preços globais diferentes. Sendo assim, este artigo tem por objetivo analisar ambos os regimes e explicar as diferenças entre eles. Os resultados foram encontrados e o que se busca a partir desta pesquisa é compará-los e definir qual o mais viável para a administração pública. A conclusão se dá pela verificação do regime que apresentou menor preço global, satisfazendo de modo econômico a melhor proposta para a administração pública.

**Palavras-chave:** Orçamentos. Licitação. Encargos sociais. Administração pública.



## 1. INTRODUÇÃO

O envolvimento da parte governamental em busca de atender a necessidade da sociedade no ramo de edificações e infraestrutura é denominado obra pública. O seu principal desenvolvimento se dá por meio de licitações e todo o seu tramitar, que a partir de alguns regimes de contratação, se sobressairá empresas especializadas para a execução de obras públicas.

De todos os meios técnicos componentes na elaboração de um projeto para a realização de uma licitação, se destaca a planilha orçamentaria. A partir dela se sabe quanto a administração pública vai desembolsar para a realização de todas as atividades e serviços necessários para a execução completa da obra. Além disso, outros fatores são englobados em uma planilha orçamentaria, como o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) e os encargos sociais, que por meio da mão de obra, são classificados em desonerados e não desonerados.

Os encargos sociais são custos necessários posto sobre a folha de pagamento em que sua mão de obra tem origem na CLT. Com isso, hoje as empresas licitantes têm possibilidades distintas, que seria a opção por pagamento de encargos sociais desonerados e não desonerados. O que os diferem, é que no regime não desonerado é feita a contribuição de 20% dos encargos sociais referentes ao INSS sobre a folha de pagamento.

Em 2011, com o objetivo de estimular a economia da indústria, o governo sancionou a Lei nº 12.546/2011, a qual habilitou os setores de economia a possibilidade do regime de desoneração da folha de pagamento, ou seja, as empresas não contribuiriam com a porcentagem dos encargos sociais referente ao INSS, porém iria pagar de 1 a 2% calculados no valor total da receita bruta.

O objetivo principal deste artigo é analisar os regimes desonerados e não desonerados, por meio de simulações, entre obras de edificação que são licitadas para que a administração pública possa estar tendo uma análise de qual regime seria mais vantajoso e estaria trazendo mais benefícios para a execução e a economia de custos.

As análises decorrentes dessa pesquisa servirão muito para a contribuição do conhecimento referente aos regimes desonerados e não desonerados, de tal maneira que estejam aptos a verificar qual o regime é mais favorável à sua utilização.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. DEFINIÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

Obra pública é toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de um bem público, a ser realizada no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, bem como nos órgãos da Administração Direta e Indireta, segundo a Lei nº 8.666/93, que rege as licitações e contratações públicas. Sua classificação se dá em dois grupos, que são as obras de edificações e obras de infraestrutura e a elaboração do orçamento segue regras específicas derivadas sobre lei relacionada ao tema.

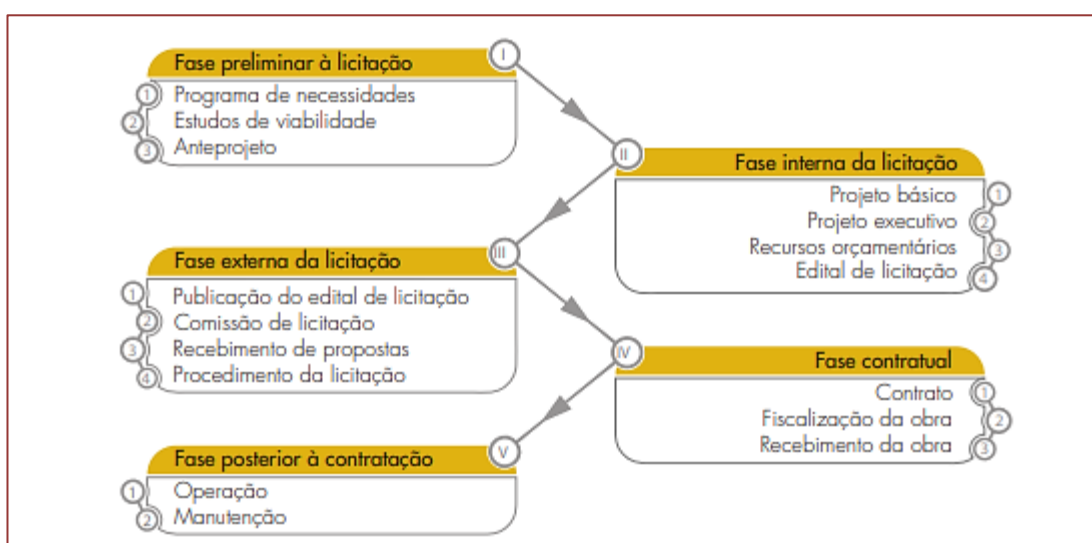
É importante frisar que até chegar a ter a entrega definitiva de uma obra pública, várias fases precisam ser passadas para que possam ocorrer de maneiras corretas e não ter contrapartidas que possam vir a impedir o desenvolvimento da mesma. Vários estudos precisam ser realizados e as definições de projeto referente a obra precisam

estar de acordo para que o orçamento seja elaborado contendo todas as informações possíveis para a execução.

Quando se chega na etapa do orçamento, surge então a mão de obra, a qual se classifica em desonerada e não desonerada, que se diferenciam a partir da isenção de encargos sociais referente ao INSS até a aplicação de uma taxa variante incluída no cálculo do BDI que se refere ao CPRB (Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta). A partir de estudos feitos sob o orçamento proposto, é definido qual mão de obra é mais viável economicamente ao bem público.

Além da mão de obra, outros fatores apresentam bastante importância devido ao uso apropriado na elaboração de um orçamento, entre eles se destacam os custos diretos e indiretos, o cálculo do BDI, onde serão previstos os benefícios e as despesas indiretas; e a necessidade de usar uma tabela referencial de preço como o SINAPI (Sistema Nacional De Pesquisa De Custos E Índices Da Construção Civil) e o SICRO (Sistemas De Custos Referencias De Obras), sendo construída uma jurisprudência pelo TCU (tribunal de contas da união) informando o dever de usá-los em orçamentos de obras e serviços de engenharia pela administração pública.

Figura 1. Fluxograma de procedimentos de uma obra pública



Fonte: “Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas” publicação do Tribunal de Contas da União (TCU)

## 2.2. MÃO DE OBRA DESONERADA E NÃO DESONERADA

Modalidades de preço distintas uma da outra, são importantes na elaboração de um orçamento de obras e definidas a partir composição da mão de obra. Muito se passa pela definição de taxas referentes ao trabalhador, que além de sua remuneração, tem também a taxa dos encargos sociais. Estes tributos são exigidos a empresas com a finalidade de custear direitos trabalhistas, tais como férias, aposentadorias e entre outros. Essas taxas são previstas a partir da folha de pagamento, sendo assim ela varia de acordo com a remuneração de cada trabalhador e conseqüentemente, após somadas, apresentariam valores altos em relação ao custo da mão de obra em um orçamento.

Como pagar essas taxas referentes aos encargos sociais eram obrigatórias, foi criada a Lei nº 12.844/2013 em abril de 2013, onde foi estabelecido a desoneração da folha de pagamento, ou seja, as empresas estariam desobrigadas a pagar valores referentes as taxas de imposto da mão de obra. Então assim se inicia a comparação entre os regimes desonerados e não desonerados, buscando apontar qual a mais vantajoso em determinados orçamentos públicos.

De acordo com o Ministério da Fazenda a desoneração da contribuição previdenciária patronal tem o intuito de estimular a competitividade de alguns setores da economia, dentre eles o da construção civil, e estimular o mercado de trabalho sendo uma medida anticíclica, ou seja, uma medida focada em minimizar os efeitos do ciclo econômico.

De forma bem breve, a principal diferença entre os regimes se dá pela contribuição previdenciária de 20% sobre a folha de pagamento quando é sem desoneração, e é classificado como desonerado quando opta por não pagar os 20% sobre a folha de pagamento, porém a contribuição se dá pelo CPRB embutido no BDI, com uma porcentagem de 2%. Em 2015 houve uma alteração através da Lei nº 13.161/2015 onde se deu o aumento da alíquota do CPRB de 2% a 4,5%.

### **2.3. ANÁLISE ENTRE OS REGIMES PELA TABELA DE ENCARGOS SOCIAIS DE MÃO DE OBRA**

Os encargos sociais nada mais é do que os benefícios que são pagos pelo empregador ao empregado referente a mão de obra exercida por ele. Porém, este benefício é investido diretamente ao governo no qual é pago posteriormente ao funcionário seguindo as normas de tributos.

A sua composição é elaborada a partir de vários encargos como o INSS (Instituto Nacional do Seguro Social), FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço), o sistema S e entre outros. Falando brevemente sobre cada, o INSS é o imposto que dá assistência ao trabalhador em relação a previdência, seguro e saúde. O FGTS é uma poupança fixa do funcionário, que após uma demissão sem justa causa, aposentadoria ou outros, será exercido o direito do benefício. O sistema S é referente as instituições compostas por: SENAI, SESC, SESI, SENAC, SENAR, SESCOOP, SEST, SENAT, SEBRAE, DPC, Incra e Fundo Aeroviário, tem por objetivo implementar a melhora de vida do trabalhador, com saúde, lazer, aprendizado e entre outros.

Em um orçamento, os encargos sociais são classificados quanto aos funcionários horistas e mensalistas e subdivididos de acordo com o cálculo de porcentagem de cada encargo. Os bancos referencias de uso para composições ao orçamento oferecem tabela de encargos sociais, o SINAPI é um exemplo e fornece a tabela de acordo com cada estado usando valores calculados pelo IBGE, que coleta informações da Caixa Econômica, proprietária da tabela referencial SINAPI. Abaixo vemos um modelo de tabela de encargos sociais descrevendo todas suas subdivisões.

Figura 2. Encargos Sociais - Amazonas

AMAZONAS		VIGÊNCIA A PARTIR DE 10/2020			
ENCARGOS SOCIAIS SOBRE A MÃO DE OBRA					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	COM DESONERAÇÃO		SEM DESONERAÇÃO	
		HORISTA %	MENSALISTA %	HORISTA %	MENSALISTA %
<b>GRUPO A</b>					
A1	INSS	0,00%	0,00%	20,00%	20,00%
A2	SESI	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
A3	SENAI	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
A4	INCRA	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
A5	SEBRAE	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%
A6	Salário Educação	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
A7	Seguro Contra Acidentes de Trabalho	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
A8	FGTS	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
A9	SECONCI	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
<b>A</b>	<b>Total</b>	<b>17,80%</b>	<b>17,80%</b>	<b>37,80%</b>	<b>37,80%</b>
<b>GRUPO B</b>					
B1	Repouso Semanal Remunerado	17,95%	Não incide	17,95%	Não incide
B2	Feriados	4,01%	Não incide	4,01%	Não incide
B3	Auxílio - Enfermidade	0,87%	0,67%	0,87%	0,67%
B4	13º Salário	10,82%	8,33%	10,82%	8,33%
B5	Licença Paternidade	0,07%	0,06%	0,07%	0,06%
B6	Faltas Justificadas	0,72%	0,56%	0,72%	0,56%
B7	Dias de Chuvas	1,86%	Não incide	1,86%	Não incide
B8	Auxílio Acidente de Trabalho	0,11%	0,08%	0,11%	0,08%
B9	Férias Gozadas	8,20%	6,31%	8,20%	6,31%
B10	Salário Maternidade	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%
<b>B</b>	<b>Total</b>	<b>44,64%</b>	<b>16,04%</b>	<b>44,64%</b>	<b>16,04%</b>
<b>GRUPO C</b>					
C1	Aviso Prévio Indenizado	4,32%	3,33%	4,32%	3,33%
C2	Aviso Prévio Trabalhado	0,10%	0,08%	0,10%	0,08%
C3	Férias Indenizadas	4,37%	3,36%	4,37%	3,36%
C4	Depósito Rescisão Sem Justa Causa	3,32%	2,56%	3,32%	2,56%
C5	Indenização Adicional	0,36%	0,28%	0,36%	0,28%
<b>C</b>	<b>Total</b>	<b>12,47%</b>	<b>9,61%</b>	<b>12,47%</b>	<b>9,61%</b>
<b>GRUPO D</b>					
D1	Reincidência de Grupo A sobre Grupo B	7,95%	2,86%	16,87%	6,06%
D2	Reincidência de Grupo A sobre Aviso Prévio Trabalhado e Reincidência do FGTS sobre Aviso Prévio Indenizado	0,36%	0,28%	0,38%	0,30%
<b>D</b>	<b>Total</b>	<b>8,31%</b>	<b>3,14%</b>	<b>17,25%</b>	<b>6,36%</b>
<b>TOTAL(A+B+C+D)</b>		<b>83,22%</b>	<b>46,59%</b>	<b>112,16%</b>	<b>69,81%</b>

Fonte: Informação Dias de Chuva – INMET

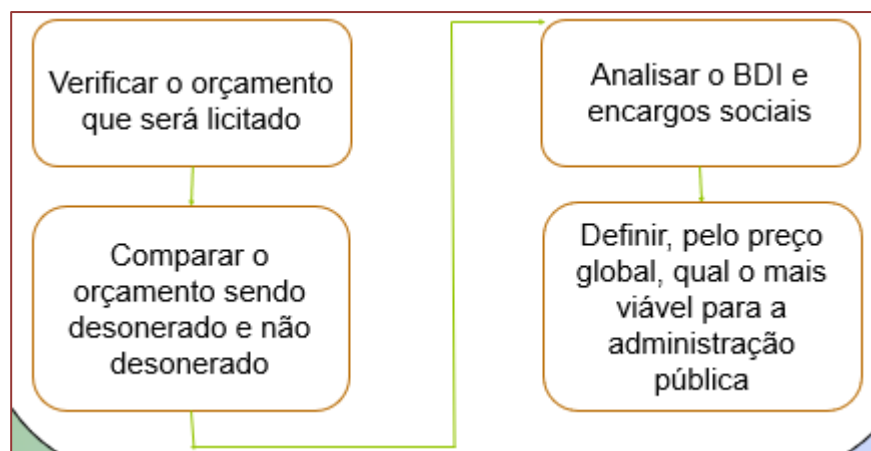
Fonte: [https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-sem-desoneracao/ENCARGOS\\_SOCIAIS\\_OUTUBRO\\_2020\\_A\\_SETEMBRO\\_2021.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-sem-desoneracao/ENCARGOS_SOCIAIS_OUTUBRO_2020_A_SETEMBRO_2021.pdf)

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O presente artigo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que segundo Lima e Mioto (2007) implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório. A partir disso foi realizado estudos referentes ao uso de encargos sociais desonerados e não

desonerados em orçamentos de obras públicas. A intenção é demonstrar ambos os regimes, fazendo comparativos que possam determinar qual seria mais viável para a administração pública em obras que serão licitadas.

Figura 3. Etapas até a definição do regime



Fonte: Aatoria própria (2021)

### 3.1. VERIFICAR O ORÇAMENTO QUE SERÁ LICITADO

Foi realizado uma análise na Lei N<sup>o</sup> 12.844/2013, a qual a partir dela iniciou-se o regime desonerado na construção civil. O intuito do governo ao propor está lei era viabilizar os gastos das empresas, pois estariam possibilitando a escolha que seria mais viável para o empresário, pagar os 20% referente aos encargos sociais, ou então pagar uma porcentagem diretamente da receita bruta da empresa.

Desde o início da criação do regime desonerado, o assunto foi tema de muitos debates e atualizações nas leis, pois, se deu início em 2011 com a Lei N<sup>o</sup> 12.546, onde previa a desoneração em alguns setores de empresa, porém não envolvia a construção civil. Em 2013, com a Lei N<sup>o</sup> 12.844 iniciou a desoneração na construção civil e sofreu a alteração mais recente em 2015, com a Lei N<sup>o</sup> 13.161, onde aumentou a alíquota de tributação de 2% para 4,5%. Hoje, a vigência da desoneração da folha de pagamento é até 31 de dezembro de 2021, e surge muito debate em relação ao assunto.

### 3.2. COMPARAR O ORÇAMENTO SENDO DESONERADO E NÃO DESONERADO

Uma empresa que realiza obras públicas como qualquer outra, possui uma folha de pagamento que tem que ser cumprida com os seus funcionários. Nos regimes desonerados e não desonerados, a folha de pagamento se torna uns dos principais motivos para se escolher qual regime adotar. Acontece pelo fato de se analisar que se a empresa tem a folha de pagamento alta, se tornaria mais viável o pagamento ser pela receita bruta, de forma desonerada.

### **3.3. ANALISAR O BDI E ENCARGOS SOCIAIS**

Ao se analisar uma tabela de detalhamento dos encargos sociais, observa-se certas diferenças em porcentagens dos regimes desonerados e não desonerados. A tabela se divide em quatro grupos, onde a maior diferença se encontra no grupo A, pois o regime desonerado não inclui os 20% de encargos referentes ao INSS. Posteriormente, no grupo D, aparece outra diferença, que deriva do grupo A e sua incidência no grupo B.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. AVALIAÇÃO DAS VANTAGENS DO REGIME DESONERADO POR MEIO DE ANÁLISE DA LEI Nº 12.546/2011, ESTABELECIDO OS CRITÉRIOS QUE FAVORECEM AO USO DESTA REGIME.**

Por meio desta análise podemos observar o quão importante foi a implementação do sistema de desoneração da mão de obra, não só para os empresários, como também para a administração pública, tendo em vista que a lei foi desenvolvida buscando auxiliar ambos os lados. Ao início da vigência da lei 12.546/2011, a qual iniciou o regime de desoneração, a sistemática se via de forma que a aplicação era obrigatória, passando os anos, houve alterações em que se tornava facultativa, e era definida ao pagar as taxas impostas sobre a receita total em janeiro de cada ano ou a primeira capacidade subsequente de calcular a receita total, e são irreversíveis durante todo o ano civil.

### **4.2. IDENTIFICAÇÃO DE QUAL O REGIME MAIS VANTAJOSO, POR MEIO DA VERIFICAÇÃO DA FOLHA DE PAGAMENTO DE ORÇAMENTO DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO, DISCRIMINANDO A PORCENTAGEM EM RELAÇÃO AO PREÇO GLOBAL.**

Observando os regimes, percebe-se que a principal diferença entre eles se dá em relação a folha de pagamento, sendo que no regime não desonerado é necessário pagar 20% da contribuição previdenciária patronal sobre o total da folha de pagamento, no regime desonerado a atuação é de forma diferente, onde se substitui a contribuição previdenciária, pela contribuição incidente sobre a receita bruta, na qual a alíquota depende da atividade desenvolvida pela empresa, no caso da construção civil, a alíquota atual se encontra em 4,5%, que se inclui no cálculo do BDI a partir do CPRB (contribuição previdenciária sobre a receita bruta).

A desoneração veio com intuito de contribuir, porém, com base nessas diferenças, foi realizado estudos e definidos momentos que seria mais viável usar o regime não desonerado, e se destaca a utilização deste regime quando a mão de obra é terceirizada. Um outro exemplo seria uma comparação entre obras de infraestrutura e de edificações, na qual a de infraestrutura se destacaria o regime não desonerado, visto que a maior realização das atividades dependeria de máquinas e equipamentos, e então a mão de obra é menor.

Já a vantagem do regime desonerado seria em uma obra onde o valor da mão de obra apresenta um elevado quantitativo econômico e a folha de pagamento seja extensa. Porém tudo depende de um estudo realizado entre os dois regimes, pois as vezes a folha de pagamento pode estar com um custo elevado, mas ainda assim estar mais viável que o pagamento do CPRB, caso a receita bruta seja tão elevada.

### **4.3. AVALIAÇÃO DAS DIFERENÇAS ENTRE OS REGIMES, POR MEIO DO CÁLCULO DOS ENCARGOS SOCIAIS, DEMOSTRANDO A SUBDIVISÃO DE CADA REGIME.**

Ao se elaborar um orçamento que virá a ser licitado pela administração pública, é de suma importância a presença da tabela de encargos sociais (Tabela 1. Encargos Sociais) para classificar a sua mão de obra, com isso foi necessário um estudo para verificar a partir de cada orçamento, qual regime seria melhor economicamente para a administração pública.

Analisando a tabela e fazendo estudos em cima da mesma, percebe-se que a principal diferença está na porcentagem do INSS, onde o regime desonerado não tem o direito de pagar 20% do INSS, porém paga uma porcentagem de alíquota a partir da receita bruta, denominada CPRB.

## **5. CONCLUSÃO**

Em virtude do estudo realizado acerca dos regimes de mão de obra: desonerado e não desonerado, com enfoque na lei 12.546/2011 e suas atualizações, a qual foi se desenvolvendo e proporcionando a liberdade de escolha entre os regimes, com objetivo principal de buscar melhorar a economia do país, tanto para as empresas, quanto para a administração pública, detalhou-se as principais diferenças e a necessidade do estudo de uma planilha orçamentaria para se concretizar a escolha da mão de obra.

A obra pública engloba várias fases, todas necessitam muita atenção e estudos para a realização com êxito até a entrega definitiva de uma obra que foi feita para a sociedade. Todas as etapas são muito importantes para o desenvolvimento da obra pública, se destaca a licitação e a planilha orçamentária, fatores essenciais para a realização da mesma. É aí que está a importância de saber sobre os regimes, pois, vai estar presente em obras, e vindo do lado da administração pública, é sempre preciso buscar soluções mais seguras a seu favor.

Outro ponto importante é o debate constante sobre a desoneração no planalto. A partir da lei, a desoneração tem vigência até 31 de dezembro de 2021, por isso se tem reuniões para decidir o prolongamento da desoneração e manter esta forma de auxiliar economicamente o país, ou até mesmo buscando novas soluções que possam vir para melhorar todos os ciclos necessários.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] CARVALHÃES, Martelene. Desoneração da folha de pagamento na construção civil e cnd de obras. 1. Ed. Pini, 2013.
- [2] BRASIL. Lei nº 12.546, de 14 de dezembro de 2011. Altera a incidência das contribuições previdenciárias devidas pelas empresas que menciona.
- [3] BRASIL. Lei nº 12.844, de 19 de julho de 2013. Altera as Leis nºs 10.865, de 30 de abril de 2004, e 12.546, de 14 de dezembro de 2011, para prorrogar o Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras - REINTEGRA e para alterar o regime de desoneração da folha de pagamentos.
- [4] BRASIL. Lei nº 13.161, de 31 de agosto de 2015. Altera a Lei nº 12.546, de 14 de dezembro de 2011, quanto à contribuição previdenciária sobre a receita bruta.
- [5] Qual é a diferença entre preço desonerado e não desonerado?. “disponível em: <https://www.monttante.com.br/blog/e-diferenca-preco-desonerado-nao-desonerado>”

- [6] Desoneração da folha de pagamentos. “disponível em: <https://www.politize.com.br/o-que-e-a-desoneracao-da-folha-de-pagamentos/>”
- [7] Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas” publicação do Tribunal de Contas da União (TCU)
- [8] <https://www.sienge.com.br/blog/bdi-na-construcao-civil-o-que-e-como-usar/>
- [9] <http://www.fazenda.gov.br/portugues/documentos/2012/cartilhadesoneracao.pdf>
- [10] <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>
- [11] [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/copy\\_of\\_sicro](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/copy_of_sicro)
- [12] <https://www12.senado.leg.br/noticias/glossario-legislativo/sistema-s>



# Capítulo 2

## *Manifestações patológicas da AM 070*

*Cristiano Reis da Silva*

**Resumo:** A falta de manutenções e investimentos no sistema rodoviário facilita a incidência de patologias asfálticas. As patologias são conhecidas como os defeitos desenvolvidos ou agravados com o tempo em função do alto tráfego, do intemperismo, e até mesmo pelo dimensionamento errado do pavimento, fazendo com que perca a sua função de um rolamento confortável e seguro para seus usuários. Nesse contexto, o objetivo geral desse estudo é analisar e classificar as patologias encontradas em um trecho na AM-070, além de relatar as prováveis causas e propor possíveis medidas mitigadoras. Para alcançar o objetivo, será feito um estudo de caso na AM-070 a partir do levantamento das manifestações onde será identificado as causas das patologias e serão propostos procedimentos de reabilitação para as patologias identificadas. Como resultado espera-se identificar as medidas de melhor custo benefício. Dessa maneira, como conclusão foi proposto medidas de intervenção e reparos.

**Palavras-chave:** Patologias. Rodovias. Pavimentos.

## 1. INTRODUÇÃO

Para o Brasil o sistema rodoviário apresenta grande importância no desenvolvimento socioeconômico do país. É através desse setor que há a movimentação de pessoas e de mercadorias, seja pela exportação ou pela importação desses produtos, tornando-se essencial à sociedade.

A falta de manutenções e investimentos facilita a incidência de patologias asfálticas. As patologias são conhecidas como os defeitos desenvolvidos ou agravados com o tempo em função do alto tráfego, do intemperismo, e até mesmo pelo dimensionamento errado do pavimento, fazendo com que perca a sua função de um rolamento confortável e seguro para seus usuários.

O pavimento rodoviário é classificado em dois tipos: rígidos e flexíveis. O pavimento rígido, também chamado de pavimento de concreto-cimento, é aquele cujo revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland, onde a espessura é fixada em função da resistência à flexão e das resistências das camadas subjacentes. Essas placas podem ser armadas ou não. Já o pavimento flexível, denominado de pavimento asfáltico, é aquele em que o seu revestimento é composto por uma mistura de agregados e ligantes asfálticos e é formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base, reforço do subleito e subleito.

Nesse contexto, o objetivo geral desse estudo é analisar e classificar as patologias encontradas em um trecho na AM-070, além de relatar as prováveis causas e propor possíveis medidas mitigadoras.

Esse estudo é importante para comunidade acadêmica pois pode servir como base de referência para futuros estudos de intervenções corretivas necessárias à recuperação de pavimentos flexíveis.

Portanto, será abordado sobre o conceito de pavimentos, também será abordado sobre as patologias asfálticas destacando suas características, também será abordado sobre a norma DNIT 005/2003 e as definições sobre as manifestações patológicas no asfalto.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. BREVE HISTÓRICO DA RODOVIA AM-070

A Rodovia AM 070, teve sua inauguração em 31 de dezembro de 1965, na qual foi chamada inicialmente de Estrada da Juta, devido à sua grande produção na região entre Iranduba e Manacapuru, na qual era liderada por produtores japoneses. Neste primeiro momento, as principais atividades produtivas foram as culturas permanentes destacando-se a produção de pimenta-do-reino, café, guaraná e frutíferas, e das culturas periódicas como banana, mandioca, arroz, abacaxi e hortaliças.

A construção da rodovia se deu na segunda metade do século XX, quando o governo brasileiro pôs em prática os projetos para a ocupação, integração e o desenvolvimento para a Amazônia. De acordo com Ianni (1981) o período pós-64, correspondente ao período da ditadura militar no Brasil, foi marcado pelo amplo desenvolvimento do capitalismo na Amazônia.

Pinheiro (2011), destaca que a construção da rodovia AM 070 foi um elemento importante para o crescimento econômico e urbano, como também para a modificação

da dinâmica sociocultural da região. A estrada foi projetada principalmente para dar vazão à produção de juta do município de Manacapuru, na qual era referência nesse cultivo.

Conforme Sousa (2013), a construção da ponte Rio Negro, trouxe um potencial de fluidez que se expressa no aumento da velocidade média aferida nos deslocamentos entre aqueles municípios e a capital. Logo, o espaço e o tempo mudaram, o ritmo acelerado imprimiu uma nova lógica de ver, sentir e pensar este espaço urbano-regional. A fila formada na balsa no bairro São Raimundo, Zona Oeste de Manaus, que causava uma grande espera dos usuários que utilizavam para viajar todos os dias ou apenas nos fins de semana, já não existia mais.

Ainda segundo Sousa (2013), apesar da nova condição de interligação dos municípios da Região Metropolitana de Manaus que possibilitou aos mesmos algum benefício à novidade da ponte Rio Negro, levando um grande número de pessoas a querer conhecê-la, porém, a mesma produziu diversos problemas no tráfego e no trânsito nas imediações tanto do lado de Manaus quanto na Rodovia Manoel Urbano (AM-070).

Diante disso, a rodovia Manoel Urbano (AM-070) atrai novamente olhares para si. Quando em 2013 após a construção da ponte sobre o rio Negro, foram iniciadas as obras de sua duplicação contemplando um trecho de 78,14Km de extensão nos limites dos municípios de Iranduba e Manacapuru.

De acordo com informações da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Região Metropolitana de Manaus – SEINFRA (2021), as obras na rodovia representam no mês de agosto de 2021 86,3% dos serviços já concluídos. Onde 61,14 quilômetros já foram duplicados e ainda de acordo com a secretaria a conclusão dos outros 17 quilômetros está previsto para dezembro de 2021.

## **2.2. PAVIMENTO FLEXÍVEL**

O trecho de estrada estudado é composto por um pavimento flexível em toda a sua extensão. Esse tipo de pavimento possui uma capacidade de suporte diretamente relacionada às características de distribuição de carga, pois as camadas se sobrepõem. A camada de sustentação do pavimento resiste diretamente ao efeito do tráfego e dissipa a energia da camada inferior (RODRIGUES, 2011). Ressalta-se que em comparação com pavimentos rígidos, este tipo de pavimento tem uma vida útil mais curta e sua força é dissipada de forma diferente.

A estrutura flexível do pavimento é utilizada para receber e transmitir a força aplicada a ela e dissipá-la da camada inferior do pavimento. Essas cargas aplicadas são transferidas para a fundação e são aliviadas pelas camadas para evitar a deformação da estrada, pois cada camada que a constitui é responsável por desempenhar funções específicas entre si (BALBO, 2007).

Segundo Senço (2007), quando a estrada é construída em terreno natural, o leito é regular porque é irregular. O subleito é caracterizado por uma camada destinada a enfraquecer a carga que lhe é aplicada, e sua função é semelhante à de uma fundação.

A fundação e a camada de base do pavimento servem como alicerce do pavimento. Senço (2007) define o fundo da calçada como o responsável por resistir às forças verticais e dissipá-las.

### 2.3. PATOLOGIAS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

Patologia do pavimento é um defeito que afeta a superfície e a camada subjacente, causando danos à estrutura do pavimento. Segundo Reis (2009), os defeitos que afetam o pavimento flexível estão relacionados à deterioração dos materiais que o compõem. As causas desses problemas geralmente estão relacionadas ao mau desempenho das estradas, movimentação intensa de veículos e projetos insuficientes. O comportamento do tráfego mudará as características dos materiais que compõem o pavimento, resultando em múltiplos comportamentos repetidos levando ao deslocamento do pavimento.

Esses defeitos são classificados nos termos da terminologia padrão - Defeitos em Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos do DNIT 005/2003, que define os termos técnicos utilizados em defeitos em estradas e padroniza a linguagem utilizada.

Segundo Silva (2008), as patologias que afetam os pavimentos flexíveis são: deformações superficiais; defeitos superficiais; painelas; revestimentos asfálticos deslizantes, fissuras e remendos.

A deformação do pavimento é um defeito que afeta o revestimento asfáltico e pode ser identificado a olho nu (BERNUCCI *et al.*, 2008). As principais deformações permanentes da superfície da estrada incluem flacidez, depressão, ondulação e deformação plástica do carril de roda. Segundo o DNIT (2006), essas irregularidades não afetam apenas a segurança dos usuários das vias, mas também afetam a dinâmica de carga e a qualidade dos rolamentos. Quando o pavimento é submetido a uma série de ações repetitivas, causará pequenas deformações, que podem aparecer no asfalto como afundamento no trilho de rodas.

Os defeitos superficiais são chamados de desgaste superficial que atinge a camada de suporte do pavimento, como infiltração de água e abrasão. Segundo Bernucci *et al.* (2008), a característica da exsudação é o excesso de adesivo na superfície do pavimento. Ainda segundo o DNIT (2006), esse defeito afetará a aderência do asfalto, pois aparecerá um filme na tampa do mancal. O desgaste é causado por agregados soltos na superfície da estrada.

Para Silva (2008), o aparecimento de desgaste está relacionado ao intemperismo, que faz com que a superfície asfáltica se torne lisa, o que afeta a segurança de deslizamento. Trabalhar em más condições climáticas, a oxidação do ligante causada pelo tráfego e a perda de coesão entre o ligante e o agregado são os fatores que causam esta patologia (DNIT, 2006).

A panela ou buraco como é conhecida, é um dos defeitos mais graves ocorrentes no pavimento, pois ele pode ou não atingir as camadas inferiores (SILVA, 2008). Conforme o manual do DNIT (2006) a evolução desta patologia está diretamente relacionada com a ação do tráfego. A panela pode ocorrer em qualquer área do pavimento com mais frequência nas trilhas de roda.

O escorregamento é o deslocamento da camada asfáltica do pavimento em relação ao fundo da estrutura, resultando em trincas em meia-lua (SILVA, 2008). Muitas vezes aparece em áreas de calçada com seções de aceleração: subidas e descidas; curvas; pontos de estacionamento ou obstáculos (lombadas e paradas de ônibus). A compactação ineficiente da camada do pavimento e o uso de primer insuficiente entre uma camada e outra são algumas das causas do escorregamento (DNIT, 2006).

Segundo Bernucci *et al.* (2008) as fendas aparecem na superfície do pavimento e são classificadas em fissuras, quando sua abertura é visível a olho nu a uma distância de 1,5 metros; trincas, quando essa abertura é maior que a da fissura. As fendas são o defeito que mais ocorre no pavimento, sendo classificados através da gravidade e tipologia.

Em termos de tipo, as fissuras isoladas são divididas em horizontais longas, horizontais curtas, verticais curtas ou longas e retraídas. As fissuras interligadas são divididas em fissuras em bloco, apresentam fendas geométricas regulares e fissuras em pele de crocodilo, geometricamente irregulares, causadas pela fadiga da estrada, e apresentam erosão em condições de deterioração mais avançadas (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Embora esteja relacionado à proteção e manutenção de estradas, se implementado de maneira inadequada, o *patch* é considerado uma condição patológica. De acordo com o manual do DNIT (2006), o remendo faz parte da superfície da estrada, e o material original é retirado e substituído por outro material. São consideradas falhas do pavimento porque refletem o mau comportamento das camadas. Eles são divididos em manchas escuras e manchas claras. O remendo profundo atinge todas as camadas do pavimento que apresentam uma forma regular. O remendo de superfície corrige a patologia local apenas aplicando o revestimento.

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Com relação à abordagem da pesquisa, classifica-se como quali-quantitativa, a pesquisa qualitativa serviu para o aprofundamento da compreensão dos mecanismos das manifestações patológicas em pavimento flexível, já na pesquisa quantitativa serviu para quantificar as manifestações patológicas identificadas no trecho.

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como pesquisa aplicada, visto que o trabalho tem como objetivo principal a geração de conhecimento para a aplicação na prática e encontrar soluções às necessidades apresentadas.

Quanto aos objetivos classifica-se como pesquisa descritiva, onde serviu para descrever sobre o fenômeno e as suas características. Com relação ao procedimento foi utilizado o estudo de caso em um trecho na duplicação da AM-070. A Figura 1 apresenta um fluxograma em relação às etapas para o desenvolvimento do estudo.

Figura 1. Fluxograma do procedimento metodológico.



Fonte: Autoria própria (2021)

### **3.1. IDENTIFICAÇÃO DOS MECANISMOS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Identificar os mecanismos das manifestações patológicas em pavimento flexível através da revisão bibliográfica.

Foram realizadas visitas técnicas *in loco* tendo como objetivo identificar as manifestações patológicas presente no trecho da duplicação da AM-070, e através da revisão bibliográfica obter maiores informações sobre os mecanismos patológicos em pavimento flexível. Na visita ao local de estudo serão utilizados alguns equipamentos que servirão para o auxílio da inspeção visual, tais como: celular da marca *Samsung*, caneta, prancheta e régua.

### **3.2. APRESENTAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS**

Apresentar as manifestações patológicas identificadas no trecho na duplicação da AM-070, classificando conforme sua origem e causa.

Nesta etapa foram apresentadas as patologias identificadas no trecho da duplicação da AM-070, onde através da inspeção visual será possível identificar as patologias por meio de equipamento fotográfico nos locais afetados e classificar quanto a sua origem e causa conforme as informações obtidas na revisão bibliográfica.

### **3.3. PROPOSTAS DE PROCEDIMENTOS DE REABILITAÇÃO PARA AS PATOLOGIAS IDENTIFICADAS**

Foi proposto procedimentos de reabilitação para as patologias identificadas. Nesta etapa após a identificação e classificação das patologias será possível propor soluções corretivas para cada uma.

## **4. RESULTADOS**

A partir dos resultados preliminares obtidos podem ser determinadas algumas patologias, bem como as suas possíveis causas, medidas de controle e reparação. Na rodovia estudada, a coleta de dados foi realizada por meio da observação visual tátil, que percorreu toda a extensão, permitindo a coleta fotográfica de diversos pontos percorridos pela superfície da via e destacando determinados tipos de patologias.

Figura 2. Patologia do tipo buraco.



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 3. Patologias do tipo buraco.



Fonte: Autoria própria (2021)

Os buracos, foram encontrados em poucos trechos, porém em ambos os sentidos. Como essa rodovia tem um grande tráfego de veículos de cargas pesadas, a causa provável é o excesso de carga por eixo dos veículos, pois durante todo o processo de

análise não foram encontrados nenhum tipo de equipamento de controle de peso dos veículos.

Uma vez identificados a patologia existente no trecho analisado, é possível apontar as formas para os devidos reparos. Aos buracos sugere-se a utilização de duas técnicas de recapeamento e fresagem:

“Recapeamento estrutural é a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, incluindo, geralmente, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguida de uma camada com espessura uniforme” (YOSHIZANE, 2005, p.9).

“Fresagem é a operação de corte, com uso de máquinas especiais, do revestimento asfáltico existente em um trecho de via, ou de outra camada do pavimento, para restauração da qualidade ao rolamento da superfície, ou como melhoramento da capacidade de suporte” (BERNUCCI, 2008, p.188).

## 5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que o uso em larga escala do transporte rodoviário de mercadorias requer uma infraestrutura de transporte mais adequada, por ser um dos pilares da nossa economia regional e nacional.

O estudo do caso apresentou patologias surgidas pela falha de projeto, má execução, falta de manutenção e de reparos adequados. Portanto, a gestão desta e de outras rodovias brasileiras com os mesmos problemas deve ser projetada e implantada de forma independente por um longo tempo para que não seja afetada por questões orçamentárias.

Em relação ao trecho analisado, foi exposto o estudo das patologias registradas na rodovia AM-070, através de relato fotográfico, diagnóstico e classificação. Concluiu-se que de fato o trecho analisado não estava em perfeitas condições e apresentava patologias identificadas facilmente. *In loco*, observou-se que em sua extensão alguns defeitos são mais frequentes, tais como buracos.

Dessa forma, como sugestão de pesquisas futuras, pode indicar o estudo sobre as patologias em outras rodovias e principalmente em ramais que são muito comuns no estado do Amazonas.

## REFERÊNCIAS

- [1] BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo. Oficina de textos, 2007.
- [2] BERNUCCI, L. L. B.; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros. 2ª edição. Rio de Janeiro. Perobras. Abeda, 2006.
- [3] DNIT, Rio de Janeiro. Manual de Pavimentação. Dnit, 2006. 278 p.
- [4] IANNI, Octávio. A ditadura do Grande Capital. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 1981.
- [5] LINS, José dos Santos. Estrada Manacapuru-Cacau Pirêra (AM-03). Manaus, 1965.
- [6] PINHEIRO, Hamida Assunção. V jornada internacional de Políticas Públicas. Políticas Públicas, Urbanização e Desenvolvimento na Amazônia: a construção da Ponte sobre o Rio Negro e as



consequências para o Distrito Cacau Pirêra/Iranduba (AM), Manaus, 2011.

- [7] REIS, Nuno Filipe dos Santos. Análise estrutural de pavimentos rodoviários: Aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço. 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.
- [8] RODRIGUES, José Luís Azevedo. Conceção de Pavimentos Rígidos. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Feup, Universidade do Porto, Porto, 2011.
- [9] SENÇO, Wlastermiler de. Manual de técnicas de pavimentação. 2ª Ed. São Paulo: Pini, 2007.
- [10] SILVA, Paulo Fernando A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. São Paulo: Pini, 2008.
- [11] SOUSA, I.S. A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações no espaço urbano-regional à reprodução do capital. 2013. 249 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- [12] YOSHIZANE, Prof. Hiroshi Paulo. Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET, Limeira, 2005.

# Capítulo 3

## *O uso do vidro em fachadas e estética na construção civil*

*Eliomar Crisóstomo da Silva de Souza*

**Resumo:** O vidro na construção civil tem sido um material de muita utilidade, nunca foi utilizado tanto como tem sido nos últimos anos. Mesmo sendo um material frágil, o vidro no contrário de que muitos pensam é um material bastante resistente quando se aplica o processo de tempera tornando-o 5 vezes mais resistente. Mas para sua devida aplicação é necessário seguir o que a NBR 7199 (ABNT, 2016) determina. Foi para isso que o objetivo geral deste artigo era estabelecer as especificações do vidro na construção civil para cada aplicação conforme a norma, por meios e análise documental. Por isso se fez necessário especificar as aplicações do vidro na construção civil, por meio de pesquisa bibliográfica, identificando na NBR 7199 (ABNT, 2016) quais os critérios de especificação de cada tipo de vidro conforme a aplicação, por meio de análise documental e produzindo um manual prático de especificações do vidro na construção, por meio de ilustrações e tabelas. Com isso esperou-se caracterizar os tipos de aplicações, identificou os erros de especificação mais comuns e estabeleceu recomendações para evitar erros de instalações. Diante desses resultados esperou-se conforme a Norma da NBR 7199:2016, mostrar que todo vidro para cada aplicação, devem ser observados quais os tipos de vidro de segurança a ser utilizado.

**Palavras-chave:** Vidro, Construções, Aplicações.

## 1. INTRODUÇÃO

O vidro na construção civil, nunca foi utilizado tanto como tem sido utilizado nos últimos anos, embora mesmo sendo um material considerado por muitos frágil, o vidro no contrário de que muitos pensam é um material bastante resistente quando se aplica o processo de tempera tornando-o 5 vezes mais resistente conforme a NBR 7199:2016.

Mesmo com o custo em alta a cada dia, o vidro tem sido um dos materiais de muita importância quando se refere a estética de grandes e pequenas fachadas, a economia em energia elétrica em até 30%, em redução do calor excessivo e até mesmo em diminuição de cargas em diversas edificações em alguns casos, tudo isso de acordo com as especificações da Norma Brasileira.

Conforme a NBR 7199:2016, toda instalação de vidro na construção civil tem que ser vidro de segurança, a partir do momento em que se atinge sua cota de até 1,10m de cada pavimento, exemplos disso temos as claraboias, corrimões, telhados de vidro, guarda corpos entre outro mais.

Com o crescimento das grandes metrópoles e o aumento das poluições, principalmente o da poluição sonora que tem se propagado dia após dia, com o avanço das indústrias e a diminuição de grandes áreas verdes, o vidro tem sido um elemento de muita importância nesse momento, pois reduz a entrada de ruídos externos permitindo o isolamento acústico filtrando em até 99,6% dos raios UV mesmo sendo vidro incolor.

Diante disto, o objetivo geral desse artigo é estabelecer as especificações do vidro na construção civil para cada aplicação conforme a norma da NBR 7199:2016 por meios de análise documental.

Esta pesquisa se faz necessária para orientação e entendimento nas comunidades acadêmicas e estudantis, quanto ao tipo de vidro ideal na construção civil, em determinadas instalações, espessuras mínimas etc.

O artigo aborda sobre o vidro na construção civil, as aplicações e os critérios e especificações para o uso de vidro.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O artigo aborda sobre as aplicações do vidro, os critérios e especificações para o uso na construção civil e as normas pertinentes do vidro de acordo com a NBR 7199:2016.

### 2.1. VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com o avanço e desenvolvimento das tecnologias, o vidro que antes era usado em pequenos artefatos e pequenas obras, com os estudos e observando o comportamento do vidro, perceberam que contribuiria para que ele pudesse ser usado como um complemento estrutural. Aquele material que antes era considerado por muitos frágil e não resistia a esbarrões e não possibilitava produção em tamanhos amplos e em grande escala, hoje resiste a fortes intempéries e é de utilização imprescindível na construção civil.

Conforme Vlack (1984), o vidro é considerado um material homogêneo, inorgânico e amorfo, que é obtido após o resfriamento de uma massa em fusão (Figura 1).

Figura 1



Fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE VIDRAÇARIAS (2021)

Ainda de acordo com Vlack (1984), o vidro é um composto resultante da solidificação progressiva, sem traços de misturas homogêneas em fusão, e de cristalização. O vidro é um dos materiais de grande importância na construção civil, quando se trata de acabamento, estética e alguns casos até estruturais.

Conforme mostra o artigo de Garanito (2018) que, na Região Autónoma da Madeira, atualmente é possível ver passarelas com vidros com espessuras indicadas para pisos, fachadas em lojas e tetos, barreiras de proteção e também pavimentos totalmente em vidro.

## 2.2. APLICAÇÕES EM VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Essas aplicações em vidro têm suas particularidades e cada uma delas, em um mundo de diversos ambientes e aplicações na construção civil, pode ser aplicado de diversas maneiras e em ambientes diferentes e alguns desses ambientes que podem ser citados são:

- Box de vidro temperado para banheiro: utilizado tanto em box frontal como também em L e *Open*.
- Portas de vidro temperado: pode ser instalada em vários modelos que vai de uma simples porta *open* até uma porta de cortina de vidro.
- Fachadas de vidro: a norma da NBR 7199 de vidros para a construção civil, diz que para instalações abaixo de 1,10m em relação ao piso, o uso de vidros de segurança é obrigatório, com isso são utilizados os vidros temperados ou o laminado.
- Varandas, guarda corpos e coberturas: sempre são utilizados os vidros de segurança sendo eles o vidro laminado, o vidro aramado e o vidro temperado.

## 2.3. CRITÉRIOS E ESPECIFICAÇÃO DO VIDRO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Como todo material de uso da construção civil tem seus critérios e especificações, o vidro também não é diferente e esses critérios estabelecidos pela norma da NBR traz esclarecimentos e orientações as quais fazem com que através das mesmas, as instalações sejam feitas de maneira correta, trazendo segurança e conforto aos seus usuários.

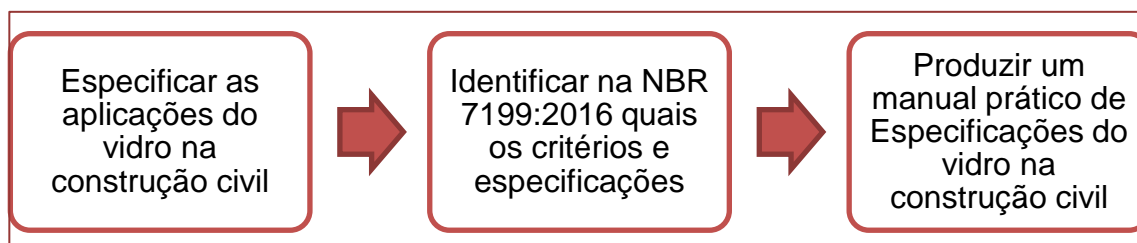
Segundo a NBR há alguns fatores tais como:

- Tensão máxima admissível;
- Fator de absorção solar do vidro;
- Intensidade da radiação solar;
- Coeficiente de transmissão térmica;
- Coeficiente de transmissão térmica superficial;

## 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Estes procedimentos metodológicos foram feitos através de estudos documental, e foram feitos em três etapas, tudo isso para que fosse possível obter tais informações verídicas os quais se fizeram possíveis mediante tais pesquisas. Conforme as imagens na Figura 6.

Figura 6. Fluxograma das etapas da pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2021)

### 3.1. ESPECIFICAR AS APLICAÇÕES DO VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Especificar as aplicações do vidro na construção civil, por meio de pesquisa bibliográfica, caracterizando os tipos de aplicação.

### 3.2. IDENTIFICAR NA NBR 7199:2016 QUAIS OS CRITÉRIOS E ESPECIFICAÇÕES

Identificar na NBR 7199:2016, quais os critérios de especificação de cada tipo de vidro conforme a aplicação, por meio de análise documental, identificando os erros de especificação mais comuns.

### 3.3. PRODUZIR UM MANUAL PRÁTICO DE ESPECIFICAÇÕES DO VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Produzir um manual prático de especificações do vidro na construção civil, por meio de ilustrações e tabelas, estabelecendo recomendações para evitar erros de instalação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estes resultados foram alcançados mediante pesquisas em artigos, bibliografias e de acordo com normas da NBR. Com isso foram possíveis apresentar tais resultados, trazendo com clareza as especificações pertinentes as aplicações do vidro em fachadas e em diversos ambientes estéticos, isolamentos acústicos e seu uso correto na construção civil.

### 4.1. ESPECIFICAÇÃO DAS APLICAÇÕES

Essas especificações das aplicações são estabelecidas pela NBR 7199 e nelas são estabelecidos os tipos de vidro para determinadas aplicações. Como foi demonstrado nas versões anteriores, essas aplicações estão listadas ao longo do texto. Agora, todo o conteúdo foi organizado em uma tabela simplificada e muito mais simples de ser entendida através de sua consulta. Na versão nova e mais atualizada, a NBR traz algumas tabelas com novas versões que também inclui algumas novas instalações como muros de vidro, piso de vidro e vidro blindado (ABRAVIDRO, 2016).

Os muros de vidro são usados principalmente em condomínios. O piso de vidro também é bastante usado em shoppings e em degraus de escadas. O vidro blindado é usado em diversos seguimentos, principalmente na indústria automobilística com foco em segurança.

Podemos ver agora o que a norma fala sobre o vidro mais adequado e correto para determinadas aplicações. É necessário ter atenção e o cuidado na hora de escolher o vidro para determinadas instalações, pois, esse é um dos erros mais comuns encontrados, o que é inadmissível visto que compromete a segurança dos instaladores, mas principalmente dos usuários (ABRAVIDRO, 2016).

Coberturas, marquises, claraboias e fachadas inclinadas e guarda corpo (vidros não verticais). Para essas instalações são utilizados vidros específicos tais como o laminado e aramado. Na versão anterior desde 1989, o vidro laminado e aramado já era exigido nesses tipos de instalações (ABRAVIDRO, 2016).

Instalações em lugares como portas, vitrines e divisórias, sempre são utilizados vidros de segurança para que seus usuários se sintam em um ambiente mais seguro e confortável (ABRAVIDRO, 2016).

O vidro temperado é usado em portas de giro e em portas de correr. Para instalações de vitrines e divisórias, utiliza-se o vidro laminado. Para determinadas instalações de portas pode ser utilizado o vidro aramado, se necessário.

O vidro insulado, também conhecido como vidro duplo, é considerado um vidro de segurança. Composto por uma camada dupla de vidros de resistência além dos vidros de segurança citados nos parágrafos anteriores, o vidro a ser utilizado também pode ser o vidro *float*, ou impresso, também conhecido popularmente como vidro comum liso,

que podem ser incolores, verdes ou fumês desde que encaixilhado ou colado em todo o perímetro da peça no momento da instalação (ABRAVIDRO, 2016).

A norma da NBR 14925 traz também a classificação quanto ao tempo de resistência ao fogo (ABRAVIDRO, 2016), para algumas instalações onde há necessidade de resistência ao calor deve-se consultar esta norma e conferir quais as unidades a serem envidraçadas e quais devem se resistentes ao fogo para uso de tais edificações.

#### **4.2. IDENTIFICAÇÃO NA NBR 7199:2016 QUAIS OS CRITÉRIOS**

A NBR 7199:2016 estabelece métodos e tipos de cálculos para determinar o milímetro mais adequado do vidro para ser utilizada na hora da instalação, através desses métodos e dos cálculos pode-se determinar as áreas e a utilização de cada peça e até mesmo o modelo mais viável na hora da instalação, encontrando assim sua resistência, pressão, entre outros.

A NBR determina etapas para cada cálculo e utiliza parâmetros específicos dos vidros. Esses parâmetros são atualizados conforme a NBR é reformulada, por isso passa a considerar outros tipos de instalação, em vidros encaixilhados pode ser em dois lados ou até mesmo em três trazendo assim uma resistência maior nas peças.

Para determinar a força do vento que atua na seção da peça, pode ser utilizado os parâmetros especificados na NBR 6123, onde ela traz as forças do vento atuante nas edificações (ABRAVIDRO, 2016).

Para a especificação da força do vento em vidros inclinados deve-se utilizar o cálculo de tipos de instalação: vidros verticais ou inclinados, instalados em áreas internas ou externas) (ABRAVIDRO, 2016).

Para utilização da espessura adequada em instalações, sem que haja qualquer problema, o cálculo para determinar o milímetro adequado do vidro em referência deve ser de conforme os números de apoios para fixação das peças e dimensionamento (ABRAVIDRO, 2016).

A verificação da resistência é expressada em milímetros e se refere a composição do vidro preestabelecido (ABRAVIDRO, 2016) e utilizada para instalações em ambientes onde o vidro sofre com reações adversas.

Para encontrar as tensões admissíveis, calcule-se a “flecha” para conferir se os resultados encontrados atendem aos critérios estabelecidos pela norma (ABRAVIDRO, 2016).

Após todos esses procedimentos, pode-se conferir se o milímetro e composição dos vidros atende aos parâmetros de resistência e de “flecha admissível” para efetuar as instalações (ABRAVIDRO, 2016).

#### **4.3. PRODUZIR UM MANUAL PRÁTICO DE ESPECIFICAÇÕES DO VIDRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A Tabela 1 e Tabela 2 mostram especificações de instalações do vidro na construção civil, todas estabelecidas pela ABNT NBR 7199:2016, norma em vigência durante esse estudo.

Tabela 1. Disposições construtivas para envidraçamentos

Disposições gerais	
<b>A</b>	As peças de vidro colocadas não devem sofrer esforços provenientes de dilatação, contração, vibração ou deformação do sistema estrutural (esquadria).
<b>B</b>	O contato das bordas das peças de vidro entre si, com qualquer material de dureza superior ao vidro é proibido.
<b>C</b>	A fixação das peças de vidro deve impedir o seu deslocamento em relação aos elementos de fixação, com exceção dos casos de movimentações previstas em projeto.
<b>D</b>	Toda instalação composta por vidro, e quando não é possível identificar o vidro, deve ser sinalizada corretamente para evitar a ocorrência de acidentes.
<b>E</b>	Para peças de vidro com bordas expostas, estas devem estar devidamente trabalhadas (lapidada). Caso o vidro seja laminado, consultar a ABNT NBR 14697.
<b>F</b>	Em todos os casos, as bordas das peças de vidro não podem apresentar defeitos que venham a atrapalhar o uso ou influenciar na resistência do vidro após a colocação.
<b>G</b>	Em vidro <i>float</i> ou impresso, todo o seu perímetro deve ser fixado em rebaixo no envidraçamento. As aplicações para o vidro <i>float</i> ou impresso devem ser sempre na vertical, com exceção daquelas em envidraçamento de móveis projetantes.
<b>H</b>	A ABNT NBR 10821 designa especificações que devem ser atendidas no envidraçamento em esquadrias e em contato com o meio exterior.
<b>I</b>	Deve haver compatibilidade entre os materiais utilizados no envidraçamento, com as peças de vidro e com os materiais das esquadrias. Devem ser evitados contatos bimetálicos, pois, ocasionam a corrosão de um dos metais.
<b>J</b>	Ao intervir em envidraçamentos, deve-se considerar alterações que eventualmente aconteceram nas características térmicas do vidro.
<b>K</b>	Caso aconteça variação de temperatura na superfície do vidro, não pode ocorrer tensões superem as tensões admissíveis do vidro.
<b>L</b>	Vidros incolores, coloridos, impressos, aramados, <i>float</i> ou temperado são os únicos materiais onde a massa do vidraceiro pode ser utilizada. Quando utilizada, a aplicação deve ser de tal maneira que não forme vazios com a superfície aparente devendo ser lisa e regular
<b>M</b>	A massa do vidraceiro deve ser protegida contra as intempéries (como pinturas, obturadores) depois da colocação da peça de vidro, com exceção dos casos em que sua composição química não exija tal proteção.
<b>N</b>	A massa do vidraceiro e gaxetas (guarnições) em geral deve adaptar-se às dilatações, deformações e vibrações causadas por variações de temperaturas ou ações mecânicas. Não podem escoar e nem assentar, mantendo-se a boa aparência ao vidro e esquadria. Anteriormente à sua colocação, deve-se verificar se os rebaixos estão convenientemente preparados.
<b>O</b>	A ABNT NBR 13756 designa requisitos que as gaxetas (guarnição) devem atender.
<b>P</b>	Devem haver interdição durante a execução, para fins de segurança pessoal, de locais sob as áreas de envidraçamento. Em caso de impossibilidade, estes locais devem ser adequadamente protegidos.
<b>Q</b>	Como forma de marcação, sinalização ou identificação, mesmo que provisório, é proibido o uso de produtos higroscópicos, alcalinos, ácidos ou abrasivos (como cal e alvaiade), assim como outros produtos e métodos que sejam agressivos ao vidro.
<b>R</b>	É recomendado o uso de vidros revestidos para controle solar, de acordo com a ABNT NBR 16023, em aplicações horizontais (coberturas) ou verticais (fachadas) expostas a insolação constante de forma a minimizar a entrada do calor por transmissão e controle de entrada de luz natural. Esses vidros possuem características de fabricação que facilitam a redução na carga térmica da edificação, resultando em um ambiente mais confortável para o usuário com redução da necessidade de climatização e otimização do gasto energético.

Fonte: Adaptado de NBR 7199 (ABNT, 2016)



Tabela 2. Usos e aplicações do vidro

Aplicações	Casos usuais	Tipo(s) de vidro
Vidros verticais sustentáveis ao impacto humano	Vidros instalados abaixo da cota de 1,10m em relação ao piso (excetuando-se as situações previstas na aplicação de “vidros verticais” nesta Tabela): - portas e janelas: - autoportante <sup>i</sup> - encaixilhado <sup>a</sup> - divisórias - vitrines - muro de vidro	- Vidro temperado <sup>b</sup> - Vidro laminado de segurança <sup>c</sup> - Vidro insulado <sup>k</sup> - Vidro composto com os vidros citados anteriormente
Vidros verticais	- Fachadas - a partir do primeiro pavimento (inclusive), abaixo da cota de 1,10m em relação ao piso; - no pavimento térreo, que dividam ambiente com desnível superior a 1,5m. - Guarda-corpos <sup>h</sup> para: - sacadas - escadas - rampas - desníveis	- Vidro laminado de segurança <sup>c</sup> - Vidro aramado <sup>k</sup> - Vidro composto com os vidros citados anteriormente
	Vidros instalados acima da cota 1,10 m em relação ao piso	- Vidro temperado <sup>b</sup> - Vidro laminado de segurança <sup>c</sup> - Vidro aramado <sup>k</sup> - Vidro <i>float</i> <sup>a</sup> - Vidro impresso <sup>a</sup> - Vidro composto com os vidros citados anteriormente
Vidros não verticais	- Cobertura - Marquise - Claraboia - Fachadas inclinadas - Guarda-corpo <sup>h</sup> inclinados - Vidros instalados abaixo da cota de 1,10m em relação ao piso	- Vidro laminado de segurança <sup>c</sup> - Vidro aramado <sup>k</sup> - Vidro insulado <sup>d</sup>

Fonte: Adaptado de NBR 7199 (ABNT, 2016)

## 5. CONCLUSÃO

A execução de instalações de vidros em fachadas, telhados, piso, guarda corpo entre outros, é um processo que envolve alguns aspectos. É exigido o controle e responsabilidade do executor para assegurar a obtenção de resultado final adequado, o responsável pela obra deve se atentar para os seguintes aspectos fundamentais nas instalações: mão de obra, observância às recomendações pela norma, acompanhamento cuidadoso na execução, observância às recomendações de prescrições das normas técnicas da ABNT.

Ao analisar as recomendações encontradas nas normas, observou-se que muitas instalações que ocasionaram problemas, foi causada por erro de execução e de materiais mal empregado. Para isso foi elaborado um planejamento bem detalhado seguido a norma sem pular nenhuma etapa, a fim de se entregar um produto final satisfatório e duradouro, fazendo com que as finalidades do envidraçamento fossem preservadas de forma segura. Nesse contexto, observa-se que um planejamento bem elaborado e executado corretamente diminui consideravelmente tais problemas de instalação,

tornando-se muito importante em qualquer fase de instalação para qualquer tipo de vidro na construção civil.

Pontos importantes que podem ser verificados em estudos futuros são as propriedades físicas do vidro, esforços solicitantes, verificação de resistência, verificação da flecha e entre outros aspectos e pontos importantes para este tipo de material que tem sido bastante utilizado na construção civil.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABRAVIDRO. NBR 7199: atual e mais completa. atual e mais completa. 2016. Disponível em: <https://abravidro.org.br/nbr-7199-atual-e-mais-completa-2/>.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14697: Vidro laminado. Brasil, 2001. 19 p.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14698: Vidro temperado. Brasil, 2001. 19 p.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14718: Esquadrias — Guarda-corpos para edificação — Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio. Brasil, 2019. 27 p.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14925: Elementos construtivos envidraçados resistentes ao fogo para compartimentação. Brasil, 2019. 8 p.
- [6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16023: Vidros revestidos para controle solar — Requisitos, classificação e métodos de ensaio. Brasil, 2020. 20 p.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7199: Vidros na construção civil — Projeto, execução e aplicações. Brasil, 2016. 57 p.
- [8] FONSECA, Cinthia Brito; COSTA, Geovane Ferreira da; DIAS, Fabrício Moura. Reforço com Fibras de Vidro em Painéis Compensados: uma alternativa ecológica. Em: VIII SIMPOSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 8, 2011, Resende. SIMPÓSIO. Resende, 2011. p. 1-15. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/45214727.pdf>.
- [9] GARANITO, Vanessa Maria Gomes. O Vidro na Indústria da Construção. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, FCEE – Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia, Universidade da Madeira, Funchal, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.13/2461>.
- [10] MAIA, Samuel Berg. O vidro e sua fabricação. Brasil: Interciência, 2003. 212 p.
- [11] MENDONÇA, Othon Bruno Miranda. UTILIZAÇÃO DE VIDRO COMO PARTE ESTRUTURAL DE FACHADAS. 2020. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10031448.pdf>
- [12] VAN VLACK, Lawrence H. Princípios de Ciências e Tecnologia de Materiais. Brasil: Campus, 1984. 567 p.

# Capítulo 4

## *Estudo das principais manifestações patológicas em fachadas na cidade de Manaus: Causas e prevenções*

*Erik Soares Florenzano*

**Resumo:** As manifestações patológicas na construção civil têm evoluído muito e suas principais causas estão ligadas a velocidade com que as obras são concluídas, materiais sem qualidade; a inexistência de qualificações da mão de obra utilizada e dependendo do local até fatores geográficos contribuem para esse problema. Diante disto, o trabalho propôs como objetivo geral expor as principais causas das manifestações patológicas em edificações de fachadas na cidade de Manaus por meio de estudo de casos emblemáticos. Como objetivos específicos à pesquisa pretende identificar os tipos das manifestações patológicas; e analisar as medidas preventivas e profiláticas. A pesquisa é de abordagem qualitativa, de objetivos descritivos e de procedimentos bibliográficos e de campo. Foi observado no decorrer da pesquisa que em Manaus existe um número considerado de edificações de fachadas com manifestações patológicas e que nas que foram selecionadas na pesquisa de campo, apresentaram em sua maioria fissuras e trincas e que suas causas são inúmeras, ressaltando, no entanto, que o clima em Manaus por ter muitas chuvas contribui para que esses problemas apareçam. Por fim, observa-se que a maioria dessas manifestações tem como causa principal o projeto inicial que foi feito erroneamente, uma vez que esta fase é a mais importante, não podendo ser feito de forma improvisada.

**Palavras-chave:** Construção Civil. Fachadas. Manifestações patológicas. Causas e Custos

## 1. INTRODUÇÃO

O termo patologia é a junção de duas palavras gregas *phatos* que significa doença e *logos* que significa estudo, portanto, podemos definir a patologia como sendo o estudo de doenças. Neste contexto, a patologia voltada a Construção Civil, significa as ocorrências de vícios construtivos que levam as edificações a serem acometidas de inúmeras patologias, onde podemos destacar o deslocamento ou deslocamento dos revestimentos, fissuras, trincas, ou ainda, rachaduras, e que cujas mesmas interferem na sua durabilidade e na sua apresentação física, ocasionando, ainda, a falta de segurança da construção.

É importante ressaltar que as manifestações patológicas das construções se originam a qualquer tempo, e que se faz necessário algumas observações que podem evitar a ocorrência destas, como: o material que está sendo utilizada, a qualidade do serviço executado e principalmente a manutenção preventiva, entre outras.

Entre as inúmeras construções, foram escolhidas para estudo neste trabalho, as manifestações patológicas ocorridas na construção de fachadas, no qual podemos observar que o deslocamento, pode ser considerado a patologia que mais pode oferecer perigo a segurança, haja vista, que podem ocorrer desabamentos de placas de concreto e ocorrem quando a construção vai perdendo sua aderência entre a cerâmica e a camada de fixação.

A pesquisa propôs como objetivo geral analisar as principais causas das manifestações patológicas em fachadas na cidade de Manaus, por meio de estudo de casos emblemáticos.

A importância do estudo a nível acadêmico está no aumento de acervo sobre o assunto, que pode ser tratado como sendo de suma importância na área de Engenharia Civil, haja vista, que proporciona, ainda, uma oportunidade de conhecimento abrangente sobre o contexto das patologias nas construções de fachadas, bem como, apresentar informações que irão contribuir na formação dos futuros engenheiros, atuando de forma a melhorar a sua preparação nos diferentes níveis que abrangem a construção civil, proporcionando, assim o aperfeiçoamento em planejar e executar obras com mais eficiência e eficácia.

O trabalho abordou uma breve história da construção civil; apresentou as principais características das patologias existentes no início, no meio e no fim das edificações e demonstrou uma breve história do sistema de revestimento em fachadas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A patologia define-se como estudo da doença tendo por base a etimologia grega “*pathos* = doença, e *logia* = estudo ou ciência). Logo na construção civil as patologias estão direcionadas para compreender os danos, falhas ou defeitos presentes nas edificações denominadas de manifestações patológicas em concreto (LOTTERMANN, 2014).

Patologia, de acordo com o dicionário Aurélio, é a parte da Medicina que estuda as doenças. Assim como os pacientes na Medicina, as edificações também podem apresentar “doenças”, como trincas, manchas, rupturas, corrosões, fissuras, entre outras (IANTAS, 2010).

Para Junior e Faro (2017, p.149), a ocorrência de manifestações patológicas em edificações é resultante, em grande parte, pela adoção em obra de procedimentos inadequados, pelo não atendimento das recomendações da normalização e falhas nas especificações de projeto e dos materiais empregados.

O desgaste precoce dos sistemas de edificação devido a vários fatores, como o ambiente, fatores de uso, de projeto ou também de execução trouxe uma preocupação aos estudiosos da construção civil, uma vez que os problemas gerados a partir dessa deterioração acarretam em limitação de uma das funções fim da área da Engenharia Civil que podem ser o conforto, a segurança ou a eficiência (FILHO, 2012, p.12).

Para Ferreira e Oliveira (2021, p.1), definem-se como manifestações patológicas na construção civil os defeitos apresentados no decorrer da construção da obra, ou ainda adquiridas com o passar do tempo, as quais venham a prejudicar o desempenho esperado de uma edificação e das suas partes.

Conforme Pina (2013) patologia são os defeitos que surgem nas construções civis, por diversos motivos. As manifestações patológicas nas edificações podem ser definidas como um conjunto de manifestações patológicas que acontecem no decorrer da execução da obra, ou ainda adquiridas com o passar do tempo, as quais venham a prejudicar o desempenho esperado de uma edificação e das suas partes.

As manifestações patológicas na construção igualmente como são na área da saúde, é uma situação onde as funções de um sistema não apresentam o desempenho esperado. Essa condição desvaloriza e reduz o tempo de vida útil da edificação além de trazer inconvenientes para os usuários (OLIVEIRA, 2013, p.36).

A aplicação do termo patologia na engenharia, particularmente no caso das estruturas de concreto, tem origem no tratamento dos problemas com o sentido de reabilitar as estruturas, o que corresponde a um processo terapêutico na medicina [...] (AZEVEDO, 2011).

Para Segat (2005) e Sampaio (2016):

“as patologias podem ser descritas através das ocorrências de danos externos que estão associadas às ações dos ventos, da chuva, da luz, do calor, das emissões gasosas, das vibrações, das variações térmicas, da umidade, e as ocorrências de danos internos estão associadas aos efeitos da ventilação, do ar frio, do ar quente, da umidade e da condensação” e as principais patologias encontradas no Brasil estão relacionadas as etapas de um projeto.

Sabbatini (1999) apud Oliveira (2013) aponta dois fatores para a ocorrência das patologias nos revestimentos:

1. Falta de projetos que levem em consideração parâmetros de desempenho e que considerem as necessidades das etapas de produção.
2. Falta de domínio da tecnologia de produção dos revestimentos, mesmo aquelas existentes, por parte de toda a cadeia produtiva, começando pelos engenheiros e arquitetos e chegando até os assentadores. (OLIVEIRA, 2013, p.37).

Ludovico (2016), afirma que a patologia abrange todas as fases da construção civil, que começa na elaboração do projeto, com ideias e informações da obra;

posteriormente na execução, incluindo materiais e mão de obra e na utilização da edificação. A falta de análise de materiais, de mão-de-obra especializada no setor e erros, tanto na elaboração quanto na execução do projeto, leva a uma série de problemas que aparecem nas diversas fases da vida útil da construção.

as patologias podem surgir no início da obra, no meio ou no término da construção. Todas as formas de edificações estão sujeitas ao longo de sua vida útil, a sofrerem efeitos indesejáveis de manifestações patológicas, o que pode interferir na qualidade do produto no que se refere à estética ou nos aspectos funcional e estrutural. As alvenarias, de formar particular, são mais vulneráveis a patologias devido à utilização de materiais frágeis o que resultam no aparecimento de fissuras e trincas que se não forem corrigidas evoluem para rachaduras (FERREIRA e OLIVEIRA, 2021, p.14).

Para Ferreira e Oliveira (2021, p.14), as manifestações patológicas devem ser corrigidas logo quando forem descobertas, seja no início da construção ou mesmo no uso da mesma, pois elas podem reduzir a durabilidade e a vida útil das edificações.

Para Oliveira (2021), para que haja um bom desempenho da estrutura deve se empregar materiais de melhor qualidade, projetos mais detalhados e compatibilizados, mão de obra treinada, um árduo gerenciamento das atividades desenvolvidas e um sistema de manutenções preventivas, tornará o sistema construtivo mais efetivo.

## **2.2. ANOMALIAS EXÓGENAS**

As anomalias exógenas originam-se pela intervenção de terceiros na edificação. Os fatores naturais provem da imprevisível ação da natureza e os funcionais decorrem de uso inadequado, envelhecimento e falta de manutenção da edificação (VIEIRA, 2018, p.39).

## **2.3. ANOMALIAS ENDÓGENAS**

Os fatores endógenos são as falhas provenientes da deficiência de projeto, de execução, dos materiais utilizados, ou ainda da combinação dessas etapas. Já os exógenos originam-se pela intervenção de terceiros na edificação (VIEIRA, 2018, p.39).

## **2.4. O GRAU DE CRITICIDADE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Para Parente (2016, p.1), a criticidade pode ser definida como o critério utilizado para descrever o grau de risco das anomalias e falhas constatadas e que são oferecidas aos usuários da edificação e seu entorno, ao patrimônio material e ao meio ambiente. São classificadas em: Mínimo, Médio e Crítico.

Vale lembrar que algumas manifestações patológicas têm seus graus de criticidade evolutivos, ou seja, hoje possui uma ocorrência com grau médio, pode efetivamente evoluir para grau crítico aumentando a gravidade do problema. Por isso enfatizamos a necessidade da periodicidade regular do procedimento de Inspeção Predial (PARENTE, 2016, p. 5).

Para Maia et al (2018, p.5), o grau de periculosidade das manifestações patológicas pode ser assim dividido:

- Crítica: É aquelas que podem provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho, causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada, recomendando intervenção imediata;

- Regular: é aquela que apresentam risco que pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização, recomendando programação e intervenção a curto prazo;

- Mínimo: é aquela em que ocorrem pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário, recomendando programação e intervenção a médio prazo.

#### **2.4.1. A NBR 16.747**

Segundo Matuzaki (2020), a NBR 16747, foi publicada em 21 de maio de 2020, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e tem como objetivo geral fornecer informações gerais e normas sobre a inspeção predial, e com isso, padronizar as metodologias para realizar esta atividade e são aplicadas nas edificações de qualquer tipo, públicas ou privadas, orientando uma avaliação global, fundamentalmente, por meio de exames sensoriais por profissional habilitado.

A nova norma vem para parametrizar procedimentos que vêm sendo editados na forma de legislação estadual e municipal. Longe de ser a panaceia para todos os problemas estruturais, de manutenção e conservação do condomínio, ainda que sob a ótica preventiva, não irá certamente, da noite para o dia, incutir nos condôminos a conscientização da necessidade da inspeção predial e de seus benefícios a curto e médio prazo (MATUZAKI, 2020).

“Na inspeção predial são avaliadas desde pequenas avarias até situações mais críticas, que podem exigir reparos urgentes. Recomenda-se que a vistoria na inspeção predial inclua, pelo menos, os seguintes sistemas construtivos e seus elementos: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos externos em geral, esquadrias, revestimentos internos, elevadores, climatização, exaustão mecânica, ventilação, coberturas, telhados, combate a incêndio e Sistema de Proteção contra Descargas Elétricas (SPDA).” (INSPEÇÃO, 2017)

#### **2.4.2. A NBR 13.752**

Esta norma fixa as diretrizes básicas, conceitos, critérios e procedimentos relativos às perícias de engenharia na construção civil, bem como: a) classifica o objeto quanto à natureza; b) institui a terminologia, as convenções e as notações; c) define a metodologia básica aplicável; d) estabelece os critérios a serem empregados nos trabalhos; e) prescreve diretrizes para apresentação de laudos e pareceres técnicos (NBR 13752/1996).

Conclui-se então que o conhecimento na área de perícias em edificações se torna um fator importante na prevenção de futuras patologias. Atrelado a isso, o engenheiro é o profissional chave para a execução de um laudo pericial técnico e que, por ser uma atividade abrangente, uma metodologia padrão baseada nas normas brasileiras de desempenho para a execução da perícia é de suma importância para padronizar e garantir a qualidade do produto final (LIMA *et al*, 2018, p.9).

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

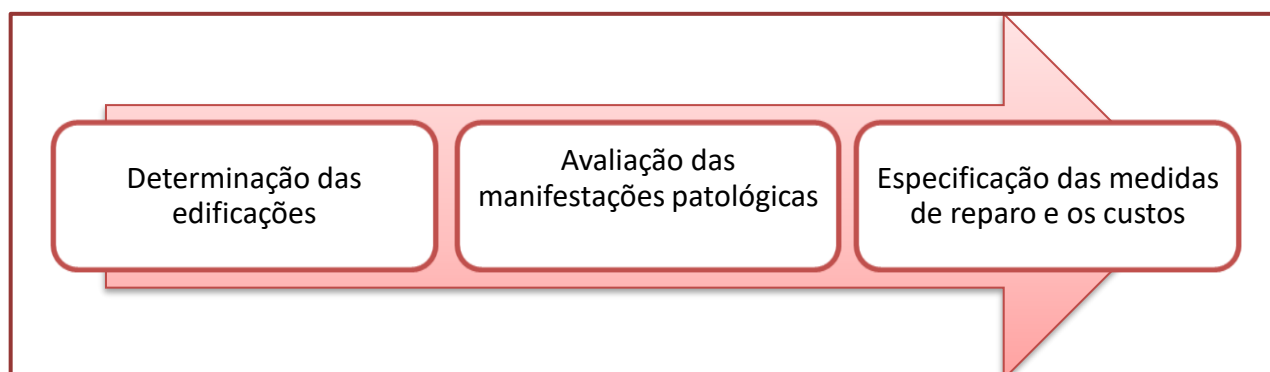
Quanto à abordagem, optou-se por ser uma pesquisa do tipo qualitativa, que segundo Minayo (2010, p. 57), é aquela que tem sua base no estudo da história e características de um fenômeno ou objeto e que não necessita do uso de estatísticas para que seu resultado seja exposto, pois, descreve o pensamento e opiniões individuais a respeito do mesmo.

Quanto aos objetivos ou fins, a pesquisa foi classificada como descritiva e exploratória. Descritiva porque segundo Prodanov (2013, p. 127), é aquela que tem como objetivo expor as características de uma determinada população ou fenômeno, utilizando-se, para tanto, técnicas padronizadas de coleta de dados. Exploratória, porque segundo ainda, Prodanov (2013, p. 127), é aquela que tem como finalidade a construção de hipóteses e tende, ainda, familiarizar-se com a questão problemática, tornando-o explícito e com isso, facilitando a sua compreensão.

Quanto aos procedimentos é bibliográfica que segundo Vergara (2011, p. 43), é aquela que tem seu estudo de forma sistematizada e é desenvolvida por meio de fontes secundárias e que cujas mesmas foram publicadas anteriormente, como: livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral.

A Figura 1 apresenta as etapas nas quais foi realizada a coleta de dados que serviram para dar base à obtenção dos objetivos propostos na pesquisa.

Figura 1. Fluxograma das etapas realizadas para levantamento de dados



Fonte: Autoria própria (2021)

#### 3.1. A SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES COM PATOLOGIAS

Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa de campo na cidade de Manaus, no período de 11 a 30 de novembro de 2021, de obras de fachadas que estão apresentando



patologias comuns, e que as quais foram identificadas por meio de fotografias tiradas pelo próprio autor, na qual teve como população um total de 12 (doze) obras, de onde foram selecionadas uma amostra de 6 (seis) para que fosse representada cada uma das patologias que podem surgir em obras de fachadas na cidade de Manaus, e que teve como finalidade caracterizar os tipos de manifestações encontradas.

### 3.2. A AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E APRESENTAÇÃO DE MEDIDAS DE TRATAMENTO

Nesta etapa, foi realizada uma avaliação das causas das mesmas, bem como, também será apresentado algumas medidas de prevenção e de tratamento.

### 3.3. A ESPECIFICAÇÃO, APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE CUSTOS COM AS MEDIDAS DE REPAROS

Nesta etapa foi realizada uma pesquisa mais profunda, e que após a identificação das causas e os reparos das patologias selecionadas, foi realizado também uma avaliação com a finalidade de demonstrar os custos que seriam necessários para que haja a reparação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em revestimentos ou fachadas, as patologias ocorrem por manifestações nas partes exteriores e que cujas mesmas são ocasionadas por combinações de diversos fatores, e entre essas podemos citar: desagregamento, eflorescência, fissuras e trincas, deslocamento de pinturas, deslocamento de cerâmicas e bolor e mofo.

### 4.1. A SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES COM PATOLOGIAS

Quadro 1. Levantamento das obras com patologias

NR ORD	Local	Endereço	Patologia
01	Residência Unifamiliar	Endereço: Rua Olavo Monteiro Nunes - Novo Aleixo – 235.	Desagregamento
02	FAMETRO unidade 3	Endereço: Rua Câmara tuba / Av. Djalma Batista. – Chapada.	Eflorescência
03	Residência Unifamiliar	Endereço: Rua Olavo Monteiro Nunes - Novo Aleixo.	Fissura e Trinca
04	Ponto Comercial	Endereço: Gabriel Corrêa Pedrosa. Parque 10	Deslocamento de pintura
05	Residência Unifamiliar	Endereço: Av. Gabriel Corrêa Pedrosa. Parque 10.	Deslocamento cerâmico
06	Conjunto Eldorado	Endereço: Rua Jorge Veiga - Parque 10 de Novembro.	Bolor e Mofos

Fonte: Autoria própria (2021)

## 4.2. A AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS E APRESENTAÇÃO DE MEDIDAS DE TRATAMENTO

Nesta fase houve uma avaliação de cada patologia selecionada e citada no quadro 2 acima, no qual houve uma caracterização das principais causas de cada uma, bem como, seus respectivos tratamentos, seguido, ainda, de uma fotografia mostrando a patologia identificada.

A recuperação de manifestações patológicas nas fases iniciais pode impedir que as mesmas evoluíssem para quadros de desempenho insatisfatório, como aspecto estético deficiente e insegurança, e ainda elevar muito os custos de recuperação (ANAPRE, 2014, p.3).

### 4.2.1. DESAGREGAMENTO

Para Antunes (2010), a desagregação é a perda de continuidade na argamassa de emboço, pode se manifestar através do esfarelamento da argamassa devido a elevada pulverulência, e sua ocorrência pode ser devido ao baixo teor de aglomerante, excesso de elementos finos na areia, aplicação de cal na argamassa que não esteja completamente hidratada, ou a dissolução de sais.

Quadro 2. Causas e tratamento do Desagregamento

Causa	Tratamento
Elevada pulverulência; baixo teor de aglomerante, excesso de elementos finos na areia, uso de cal misturado na argamassa sem a devida desidratação e a dissolução de sais (ANTUNES, 2010).	Fazer uma raspagem de todas as partes que estão soltas e assim fazer as correções das imperfeições mais profundas com uma aplicação de acabamento (ANTUNES, 2010).

Fonte: Adaptado de Antunes (2010)

Figura 2. Desagregamento



Fonte: Autoria própria (2021)

“A ausência de preparação da superfície ou sua realização de maneira insuficiente fará com que a pintura apresente pulverulência, contaminações, sujeiras, bolor, materiais soltos e substrato poroso” (FREIRE, 2012).

#### 4.2.2. EFLORESCÊNCIA

As eflorescências são aquelas formações esbranquiçado tipo salina que se formam nas superfícies das paredes e que cujas mesmas são levadas pela umidade do interior da edificação, e que podem ainda serem do tipo Criptoflorescência, ou seja, aquelas patologias que surgem de forma cristalizada no interior da parede ou estrutura pela ação de sais (PONTES JUNIOR; BARBOSA, 2019, p.45).

Quadro 3. Causas e tratamento da eflorescência

Causa	Tratamento
Ocorrem quando a tinta é colocada sobre o reboco ainda úmido haja vista que ocorre a liberação de vapores e que cujo mesmo depositam materiais alcalinos na parede, causando com isso as manchas (FREIRE, 2012).	Primeiramente deve se verificar se há infiltração e se houver tratar e após o tratamento da infiltração deve ser removida a pintura e aplicada um produto impermeabilizante no local (SILVA, 2016).

Fonte: Adaptado de Freire (2012) e Silva (2016)

Figura 3. Eflorescência



Fonte: Autoria própria (2021)

Segundo Carasek (2010), a eflorescência pode ocorrer de forma superficial, o que irá prejudicar a parte visual em que ocorre a salinização, mas podem ser também muito destrutivas, pois causam danos a estrutura uma vez que estes sais são depositados com uma maior profundidade, fazendo com que além dos problemas estéticos contribua para a deterioração do material de revestimento.

### 4.2.3. FISSURAS E TRINCAS

De acordo com a NBR 15575-2 (ABNT, 2013), fissura é o “seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais”. E trincas como “expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior que 0,6 mm”.

Quadro 4. Causas e tratamento das fissuras ou trincas

Causa	Tratamento
Variações térmicas, movimentação higroscópica causada pela absorção diferenciada de umidade, sobrecarga causada pela abertura na alvenaria, recalque diferencial (ZANZARINI, 2016).	Caso as fissuras ou trincas sejam de forma vertical, deve-se remover, caso seja ocasionada pelo peso da alvenaria, mas se o problema for outro, deve haver um reforço de tela onde se encontram as fissuras, para tanto, tem que ser retirado às camadas de revestimento e chapiscar, bem como, fazer novamente o reboco (PONTES JUNIOR; BARBOSA, 2019).

Fonte: Adaptado de Zanzarini (2016) e Pontes Junior e Barbosa (2019)

Figura 4. Fissuras e Trincas



Fonte: Aatoria própria (2021)

A importância dada às fissuras deve-se ao fato de reduzirem a durabilidade e a vida útil das edificações por permitirem a infiltração, a proliferação de microrganismos, assim como por causar desconforto psicológico aos usuários e reduzir o valor do imóvel (ZANZARINI, 2016).

### 4.2.4. DESPLACAMENTO DE PINTURA

O deslocamento ou descolamento ocorre quando há a ruptura de uma parcela do revestimento, ou seja, uma parte da argamassa que provavelmente esteja totalmente seca se desloca do substrato, deixando o local exposto, e em alguns dos casos essa

patologia afeta as fachadas e proporciona a ocorrência de acidentes que podem ser fatais, como por exemplo, a queda da argamassa (MACHADO, 2013).

Quadro 5. Causas e tratamento do Deslocamento de pintura

Causa	Tratamento
Aplicação de tinta sobre superfície úmida; aplicação de tinta sobre reboco sem cura adequada; má aderência da tinta devido a diluição incorreta; aplicação de tinta sobre superfícies que contenham partes soltas e caiação (ILIESCU, 2017).	Neste sentido, deve haver uma renovação da camada de reboco, bem como, uma nova aplicação do acabamento (ILIESCU, 2017).

Fonte: Autoria própria adaptado de ILIESCU (2017)

Figura 5. Deslocamento de Pintura



Fonte: Autoria própria (2021)

Para Rocha (2020), é importante atentar aos testes de ensaios para que a argamassa seja de qualidade, e isso é preconizado na Norma ABNT NBR 13281 que determina os principais requisitos para executar argamassa para assentamentos e revestimentos de paredes e tetos, tanto a argamassa industrializada quanto aquela que é dosada em central ou preparada em obra.

#### 4.2.5. DESPLACAMENTO DE CERÂMICA

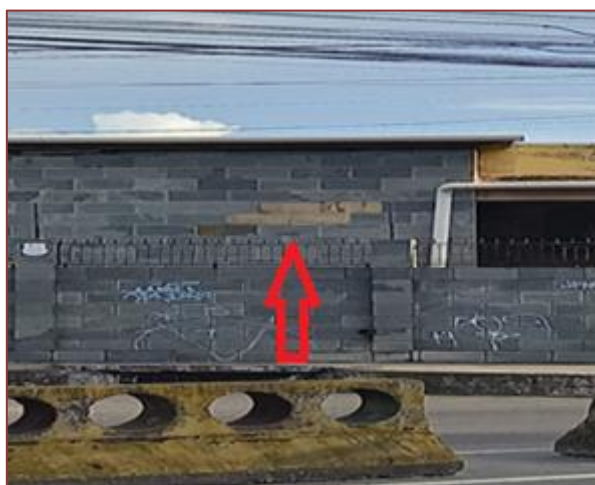
O deslocamento enquadra-se entre uma das anomalias mais comuns e mais sérias que acontecem com revestimentos cerâmicos (ALMEIDA, 2015).

Quadro 6. Causas e tratamento do deslocamento de cerâmica

Causa	Tratamento
Habilidade de adesão entre elementos do sistema (placa cerâmica e a argamassa e/ou emboço) não mais está presente, qualidade e qualificação da mão de obra, ou, até mesmo, falta de rejuntamento (ALMEIDA, 2015).	Remoção das peças com problemas; Picagem da camada de assentamento; Estabilização do suporte; Tratamento de fissuras se houver; Preparação do suporte e tarefas preliminares; Aplicação do material de assentamento; Assentamento das placas; Execução das juntas entre as placas; Limpeza final; e Cura (PARREIRA; RAMOS, 2017).

Fonte: Autoria própria adaptado de Bento (2010) e Parreira e Ramos (2017)

Figura 6. Deslocamento de cerâmica



Fonte: Autoria própria (2021)

O descolamento de revestimento cerâmico de fachada também tem origem nos aspectos relacionados com o projeto, desde a concepção da edificação, a falta de coordenação entre projetos, a escolha de materiais inadequados até a negligência quanto a aspectos básicos como o posicionamento das juntas de dilatação e telas metálicas (BARROS; MOURA, 2017).

#### 4.2.6. BOLOR OU MOFO

Conforme Lottermann (2013, p. 25) essa patologia apresenta deformação no aspecto estético das construções caracterizado pelo aparecimento de manchas escuras, amarelas ou esbranquiçadas, bem como a presença de fungos que promovem degeneração do revestimento aplicado.

Quadro 7. Causas e tratamento do Bolor ou mofo

Causa	Tratamento
Fungos vegetais, que produzem enzimas ácidas que corroem em madeiras e alvenarias. O aparecimento de manchas, mofos, fungos e bolores nas construções são em grande parte consequência ou uma extensão da patologia infiltração (LOTTERMANN, 2013).	Procurando iluminar o ambiente para dar calor; colocar calhas onde estiver caindo água em grande quantidade; construir o piso alto; não deixar vazamentos em instalações hidráulicas; deixar a área bem ventilada naturalmente; Impermeabilizar lajes, áreas molhadas (MACHADO; ALENCAR, 2019).

Fonte: Adaptado de Lottermann (2013) e Machado e Alencar (2019)

Figura 7. Bolor ou Mofo



Fonte: Fotografada pelo autor (2021)

Desta forma as infiltrações, manchas, bolor ou mofo e eflorescência são patologias comuns nas edificações, causadas geralmente, por vazamento de água (infiltração e manchas), também pela presença de um conjunto de fungos (bolor e mofo) e por final podemos destacar a formação de salinas causadas pela infiltração (eflorescência) (JUNIOR, 2018).

## 5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve como objetivo geral analisar as principais causas das manifestações patológicas em fachadas na cidade de Manaus, por meio de estudo de casos emblemáticos e específicos evidenciarem as causas e os tratamentos, no qual houve uma pesquisa bibliográfica por meio de fontes que já tinham sido publicadas e que tratava do assunto e pesquisa de campo, por meio de levantamento fotográfico de algumas patologias em fachadas encontradas na cidade de Manaus.

No decorrer da pesquisa observou-se que as manifestações patológicas encontradas nas fachadas em Manaus, em sua maioria são as do tipo endógenas, nas quais podemos identificar o bolor; destacamento do cobrimento de concreto da parede do módulo; fissuras; descoloração e mofo, causados em sua maioria por falhas, sejam de

mão de obra desqualifica, sejam por produtos de má qualidade, ou até mesmo de situações geográficas do local onde se encontra a fachada.

No que se referem às causas e tratamento, pode-se observar que para cada uma das patologias existe um tipo de causa e tratamento específico para aquela patologia, e que suas principais causas estão ligadas ao clima da cidade que chove muito e com isso favorece para o desenvolvimento de fungos, uma vez que o próprio vento, ajuda no aparecimento de patologias como as eflorescências, o bolor e o mofo.

Assim, observou-se que são inúmeras as manifestações patológicas que ocorrem nas fachadas em Manaus e que pode ocorrer em várias escalas, sendo umas menos perigosas e outras que apresentam um grau de periculosidade, porém, cada manifestação, deve ter atenção, pois a sua identificação, bem como, os seus reparos evitarão qualquer outro problema.

As fachadas com manifestações patológicas selecionadas durante a pesquisa possuem problemas muito antigos e que existe descaso em relação aos reparos necessários e que estão mais ligados a negligências do que a problemas com economia de gastos o que contribui para que as manifestações patológicas perdurem e com isso prejudicando o aspecto físico destas, bem como, podendo ainda, causar acidentes dependendo do grau de sua periculosidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674. Manutenção de edificações – Procedimento. 1999. Disponível em [http://www.pmb.eb.mil.br/images/documentos/abnt/abnt\\_05674.pdf](http://www.pmb.eb.mil.br/images/documentos/abnt/abnt_05674.pdf). Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [2] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575. Edificações Habitacionais – Desempenho. 2010. Disponível em <https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/27214/identificar/visitante>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [3] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.752 Perícias de Engenharia na Construção Civil. 1996. Disponível em <https://ibape-nacional.com.br>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [4] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13755. Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: 2017. Disponível em <https://ibape-nacional.com.br>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [5] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16747/2020 – Inspeção Predial: Diretrizes, Conceitos, Terminologias e Procedimentos. Disponível em <https://ibape-nacional.com.br>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [6] ALMEIDA, Emerson Wagner da Silva. Avaliação Qualitativa dos Desplacamento de Revestimentos Cerâmicos da Fachada do Residencial Imprensa I das Águas Claras - Distrito Federal. 26f. Artigo. 2015. (Bacharelado) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.
- [7] ANTUNES, G. R. Estudo das Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 2010.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.816. Placas cerâmicas para revestimento: terminologia. Rio de Janeiro, 1997.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13.817. Placas cerâmicas para revestimento Classificação. Rio de Janeiro, 1997.
- [10] ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA – ANFACER. 2014.



- [11] ASSOCIAÇÃO Nacional da Indústria Cerâmica – ANICER, 2014. Dados Oficiais. Rio de Janeiro.
- [12] AZEVEDO, M. T. Concreto: ciência e tecnologia. São Paulo: Ibracon, 2011.
- [13] BARROS, André Vitor Almeida; MOURA, kaique larchert de. Desplacamento em revestimento cerâmico em fachada nos bairros do farol e ponta verde, na cidade de Maceio. 2017. Disponível em <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/410/1/DESPLACAMENTO%20EM%20REVESTIMENTO%20CER%20C3%82MICO%20EM%20FACHADA%20NOS%20BAIRROS%20DO%20FAROL%20E%20PONTA%20VERDE%20C%20NA%20CIDADE%20DE%20MACEI%20C3%93.pdf>. Acesso em 3 de dezembro de 2021.
- [14] BENTO, João José Jorge. Patologias em revestimentos cerâmicos colocados em paredes interiores de edifícios. 164f. Dissertação. 2010. (Mestrado) – Universidade do Porto, Porto, 2010.
- [15] BRAGA, Natália Maria Teixeira. "patologias nas construções: trincas e fissuras em edifícios" Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. 2010. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/braga.pdf>. Acesso em 19 de novembro de 2021.
- [16] CARASEK, Helena. Patologia das Argamassas de Revestimento. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Construção Civil – PPG-GECON Universidade Federal de Goiás. Disponível em, acessado 28 de novembro de 2021.
- [17] FARO, H. Batista. (2017). "Descolamento de revestimento de fachada: Estudo de caso", Revista ALCONPAT, 7 (2), pp. 148-159, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v7i1.126> Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. 2017.
- [18] FILHO, José Alberto de Araújo Gomes. Estudo da norma de revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante frente às principais patologias. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, da Universidade Federal da Paraíba – Campus João Pessoa. 2012. Disponível em [http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy\\_of\\_2018.1/estudo-da-norma-de-revestimentos-ceramicos-de-fachadas-e-paredes-externas-com-utilizacao-de-argamassa-colante-frente-as-principais-patologias.pdf](http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/copy_of_2018.1/estudo-da-norma-de-revestimentos-ceramicos-de-fachadas-e-paredes-externas-com-utilizacao-de-argamassa-colante-frente-as-principais-patologias.pdf). Acesso em 19 de novembro de 2021.
- [19] FIGUEIREDO, E. P. Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto. In: ISAIA, G. C. Concreto, Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo, IBRACON, 2005.
- [20] FREIRE, Adriana de Andrade. Patologias da pintura: saiba evitá-las. 2012. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologias-da-pintura-saiba-evita-las/6272>. Acesso em 21 de novembro de 2021.
- [21] LIMA, Alexandro Rezende de; AMARAL, Álvaro Henrique; CAMARGO, Antônio FERRARI, Maira Armaneli. Metodologia para Realização de Perícias em Edificações Residenciais com Patologias e Elaboração de Estatísticas.
- [22] MACHADO, Marcio Meranca Almeida. Patologias: Desplacamento de reboco e argamassas. 2013. Disponível em <https://www.aegrupo.com.br/single-post/patologias-desplacamento-de-reboco-e-argamassas>. Acesso em 29 de novembro de 2021.
- [23] MACHADO, Kethllyen Miranda; ALENCAR, Euler André Barbosa de. Levantamento de patologia causado por umidade nas edificações na cidade de Manaus – AM. 2019. Disponível em [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_1\\_8.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_1_8.pdf). Acesso em 21 de novembro de 2021.
- [24] MAIA, Danielma Silva; SILVA, Bianca Aguiar da; VILELA, João Pedro. Estudo de caso: análise de patologias no prédio do IFTO-CAMPUS. 2018. Disponível em <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/9jice/paper/viewFile/9167/4120>. Acesso em 23 de dezembro de 2021.
- [25] MINAYO, M.C. de S. (2010). O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde. (12ª edição). São Paulo: Hucitec-Abrasco
- [26] OLIVEIRA, Gustavo Bizinoto de Almeida. Estudo de caso de patologias em revestimento cerâmico em fachada de um edifício em Brasília-DF. 2013. Monografia apresentada ao Centro Universitário de Brasília.

- [27] OLIVEIRA, Patrícia Ramos. Levantamento das manifestações patológicas — estudo De caso de manifestações patológicas em condomínio de paredes de concreto moldadas in loco. 2021. <http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/cippus>. Acesso em 4 de dezembro de 2021.
- [28] PARENTE, Lawton. Classificação de manifestações patológicas em inspeções prediais - grau de criticidade. 2016. Disponível em <http://lawtonparente.blogspot.com/2016/10/saiba-como-classificar-patologias-por.html>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [29] PARREIRA, Fernanda de Almeida; RAMOS, Murilo Rocha. Estudo do deslocamento de revestimentos cerâmicos em paredes internas. 59P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2017). TCC – UniEvangélica. Disponível em [http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/39/1/2017\\_TCC\\_Fernanda\\_E\\_Murilo.pdf](http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/39/1/2017_TCC_Fernanda_E_Murilo.pdf). Acesso em 5 de dezembro de 2021.
- [30] PELACANI, Valmir Luiz. Responsabilidade na construção civil. Curitiba: CREAPR, 2010
- [31] PEREIRA, Fábio Sérgio da Costa. História da engenharia. 25 out. 2013. Disponível em: <<http://www.crea-rn.org.br/artigos/ver/120>> Acesso em: 22 de novembro de 2021.
- [32] PINTO FERREIRA, L.; MEIRA COOPER, A.; MOHAMAD, G. Deslocamento do Revestimento Cerâmico de Fachadas. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 3, n. 1, 3 fev. 2013.
- [33] PRODANOV, Cleber Cristiano. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- [34] RIBEIRO, Nelson Porto. Contributo para uma “história da construção” no Brasil. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH. São Paulo, julho 2011. Disponível em: <[http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1312926097\\_ARQUIVO\\_Historia\\_Construcao\\_Brasil.pdf](http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1312926097_ARQUIVO_Historia_Construcao_Brasil.pdf)> Acesso em 20 de novembro de 2021.
- [35] ROCHA, Carla. Como evitar deslocamento nos revestimentos. 2020. Disponível em <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/deslocamento-revestimentos/>. Acesso em 3 de dezembro de 2021.
- [36] SAMPAIO, G. G. da S; COUTINHO, G. C.; NOGUEIRA, M. da S.; MANIER, R. J. Patologias em Paredes de Concreto. n. 1, Revista Universo, São Gonçalo/RJ, 2016.
- [37] SABBATINI F.H, Medeiros J.S.,. Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios / J.S. Medeiros, F.H. Sabbatini. -- São Paulo: EPUSP, 1999. 28 p. --(Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246). São Paulo, 1999.
- [38] SEGAT, Gustavo Tramontina. Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: Estudo de caso em conjunto habitacional popular cidade de Caxias do Sul/(RS). Trabalho de Conclusão de Mestrado UFRGS, 2005.
- [39] VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [40] VIEIRA, Jéssica Rodrigues da. Estudo sobre a influência dos elementos arquitetônicos nas edificações com relação às manifestações patológicas. Universidade Federal do Pampa. 2018. Disponível em <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riui/3613/1/j%c3%89SSICA%20RODRIGUES%20DA%20SILVEIRA%20-%202018.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.
- [41] ZANZARINI, José Carlos. Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural. CAMPO MOURÃO 2016. Disponível em [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br879/1/CM\\_COECI\\_2016\\_1\\_15.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br879/1/CM_COECI_2016_1_15.pdf). Acesso em 29 de novembro de 2021.

# Capítulo 5

## *Coleta e triagem de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso no município de Santana/AP*

*Erika Raphaela Paula Pessoa*

*Luciane Farias Ribas*

**Resumo:** Os impactos adversos da geração de resíduos sólidos, atualmente, é uma das atividades antrópicas mais preocupantes ambientalmente, devido ao seu crescimento exponencial. Ajustado a essa preocupação mundial, este trabalho objetivou avaliar a coleta e triagem dos resíduos sólidos urbanos no município de Santana-AP. Para isso foram levantadas as diretrizes e procedimentos estabelecidos, através da análise documental (normas, decretos, legislação), caracterizando a fase de Implementação da coleta e triagem atualmente nesta cidade por meio de dados secundários, e identificando os obstáculos a sua implementação, por meio de entrevista com os funcionários da empresa ESC Ambiental - concessionária municipal responsável pela limpeza urbana. Como resultado se obteve a identificação das etapas de Implementação da coleta e triagem dos resíduos sólidos e as ações indispensáveis ao bom funcionamento do serviço na cidade, bem como, as medidas necessárias em conformidade com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Desse modo, o trabalho frisa a importância de se manter o município limpo, evitando assim possíveis focos transmissores de doença e ao mesmo tempo contribuir na mitigação dos problemas relacionados ao meio ambiente pela melhora da coleta e triagem dos resíduos sólidos urbanos do município de Santana.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos urbanos. Coleta de resíduos. Triagem. Meio ambiente. Reciclagem.

## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos constituem-se em um dos problemas ambientais mais graves gerados pela sociedade moderna através das atividades humanas. O crescimento populacional, a longevidade e o aumento da aquisição de novas tecnologias, veem produzindo grande volume de resíduos, gerando a necessidade de um gerenciamento adequado no depósito e decomposição desses resíduos.

No Brasil, o gerenciamento de resíduos sólidos é atribuição do poder público municipal, e o manejo destes resíduos são realizados por empresas privadas sob regime de concessão, terceirização ou empresas públicas e sociedades de economia mista (IBGE, 2010). No município de Santana/AP, o manejo destes resíduos é feito pela empresa contratada, por meio de licitação pública - ESC Ambiental desde 2015.

Estes serviços abrangem desde a coleta, limpeza urbana até sua destinação final, gerando um grande impacto nas despesas dos administradores municipais. Nesse sentido, o objetivo geral deste estudo é avaliar a coleta e triagem de resíduos sólidos urbanos no município de Santana-AP, por meio de estudo de caso, analisando em conformidade com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS.

A Lei nº 12.305/2010, denominada como Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece as diretrizes e responsabilidades relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos públicos e domésticos.

Sabemos que este estudo não exaure o tema, haja visto, que a ciência está constantemente evoluindo para definir novos conceitos e melhores práticas de manejo dos resíduos urbanos, mas no entanto esta pesquisa busca trazer uma contribuição efetiva ao conjunto de informações sobre o tema, notadamente quanto ao Município de Santana no estado de Macapá, o qual carece de trabalhos acadêmicos que possibilitem evoluir significativamente as técnicas de destinação dos resíduos sólidos urbanos nesta localidade.

O presente artigo está dividido em três tópicos. No primeiro se abordará as Leis, Diretrizes e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, quanto às responsabilidades e as medidas de implementação da coleta e triagem dos resíduos sólidos. No segundo, visa-se abordar sobre às práticas preconizadas para implementação de coleta seletiva, e por fim no terceiro tópico explicar os procedimentos coleta, transporte e de manuseio de resíduos sólidos, até sua destinação final.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. LEIS E DIRETRIZES DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O constante aumento de resíduos sólidos pode trazer vários riscos a população e a natureza, em consequência disto se criaram leis que regulamentam as formas para seu tratamento, manuseio e destino final. A criação do PNRS foi essencial por tratar de materiais recicláveis e também de rejeitos, incentivando a população e as empresas responsáveis a prática do descarte correto.

Com o forte processo de degradação do meio ambiente, o poder público criou legislações para defesa do meio ambiente, sendo o primeiro passo para a proteção ambiental. As políticas públicas ambientais foram instituídas no Brasil após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, consideradas um marco histórico político internacional. Sua realização ocorreu frente às necessidades políticas,

socioeconômicas e demográficas, trazendo a atenção das nações para as questões ambientais (ARRUDA, 2018).

O reaproveitamento de resíduos é fundamental para redução da sua quantidade no mundo. Em 2010 foi criada a Lei 12.305 conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, que dispõe as diretrizes correlacionadas a gestão de resíduos sólidos. Este marco legal, estabelece a forma como o país lida com os resíduos. Tem como objetivo proteger a saúde pública pela redução da geração de resíduos e incentivando a reciclagem destes materiais pelas empresas e a população, de modo a adotarem padrões sustentáveis de produção e consumo (ARRUDA, 2018). A lei busca conscientizar e mostrar que a responsabilidade é de todos, garantindo a eficiência do descarte correto, para que haja conscientização tanto no que toca a geração e no destino adequado deste material, diminuindo assim os impactos na natureza e saúde humana.

Os resíduos são materiais descartados que podem ser reutilizados, e a sua falta de reutilização causam graves impactos ao meio ambiente e a economia. Atualmente itens que duravam anos são descartados constantemente, conforme o avanço tecnológico, isso somado à geração de resíduos domiciliares, demandando cada vez maior espaço para seu armazenamento, além de crescente esgotamento de recursos naturais (GUERRA; SANDER, 2019). Conforme dito, o acúmulo de resíduos sólidos urbanos é cada vez maior, devido ao aumento do consumo de produtos industrializados, do seu descarte indevido, consequência do avanço populacional e tecnológico, além principalmente da falta de reciclagem destes materiais.

## **2.2. ETAPAS DE MANUSEIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

O manejo de resíduos sólidos abrange desde a etapa de limpeza urbana até a disposição final. Tais etapas se realizam pelo acondicionamento, na coleta, no tipo de transporte e transferência dos resíduos. Ou seja, passam por várias etapas para que os resíduos sejam separados e preparados para serem reaproveitados ou não.

Em muitos municípios ainda não há destinação correta, a maioria ainda são destinados aos “lixões”. A disposição inadequada dos resíduos, sem dúvida, traz consequências econômicas e sociais desvantajosas. Mais de 79 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU foram geradas pelas cidades brasileiras, onde a coleta total chegou a 92% e apenas 59,5% do material coletado chegou ao aterro sanitário (ABRELPE, 2018). Ainda faltam incentivos a coleta seletiva, e os materiais acabam sendo levados aos poucos aterros sanitários e aos muitos lixões espalhados por todo o território nacional contaminando o meio ambiente e dificultando o processo de reciclagem.

Segundo dados mais recentes, o reaproveitamento dos materiais que podem ser reciclados ainda não é realizado. Cerca de 23% de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerado no Brasil, ainda são depositados em lixões (ALBREPE, 2019). Muitos municípios ainda não possuem aterro sanitário, o lixão a céu aberto causa poluição, contaminação do solo, do lençol freático, emite gases de efeito estufa entre outros contaminantes da população humana.

A alternativa mais viável para a conservação dos recursos naturais, é por meio da reciclagem. Entretanto o índice de reciclagem é de apenas 13%, e a capacidade de reciclar é de 30% a 40% de tudo que produzimos (IPEA, 2017). No entanto, caso houvesse um efetivo acréscimo do processo de reciclagem, a vida útil dos aterros

sanitários aumentaria, com efeitos benéficos também na economia pela reutilização da matéria prima atualmente grandemente desperdiçada.

### **2.3. COLETA SELETIVA E SUSTENTABILIDADE**

Ainda existem dificuldades à implementação de coleta seletiva, sendo um dos maiores desafios e oportunidades da Política Nacional de Resíduos Sólidos, atualmente por falta de sensibilização ambiental, empresas e a população em geral causam sérios problemas ambientais, entre eles, o mais comum, é o acúmulo de resíduos e sua destinação inapropriada.

A destinação correta dos resíduos contribuiria para o desenvolvimento sustentável, já que agiria na redução da quantidade de resíduos, diminuindo impactos gerados ao meio ambiente. A sustentabilidade pode ser caracterizada por ações que não coloquem em risco os bens extraídos pela natureza e que não comprometam as futuras gerações, podendo se utilizar os recursos naturais de forma consciente e correta, possibilitando o desenvolvimento sustentável (PEREIRA; DA SILVA; CARBONARI, 2017). Cada resíduo precisa de um tratamento específico para que volte a ser útil. A melhor forma de tratar os resíduos; gerando lucro e sustentabilidade é por meio da reciclagem.

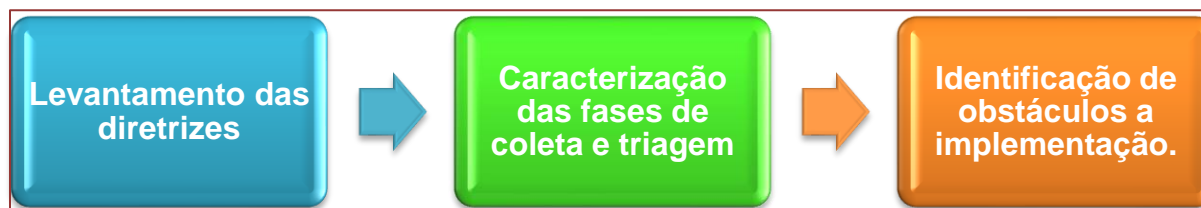
A coleta seletiva pode contribuir muito para a economia, gerando efeitos positivos sobre o meio social e ambiental. A coleta seletiva utilizada de forma correta proporciona vários efeitos positivos nos aspectos econômicos, sociais e ambientais, sendo uma atividade capaz de gerar emprego e renda (VIEIRA; PASSOS; MAIDEL, 2019). Ao invés dos materiais serem descartados, eles podem ser tratados e reutilizados, gerando sustentabilidade e economia circular. A realização da coleta seletiva deveria ser mais estimulada, entretanto, ainda faltam incentivos e mercado para suprir a demanda desta política sustentável e necessária.

Uma das problemáticas do tema é a falta de investimento na educação ambiental, pois a grande maioria da população brasileira ainda não sabe como realizar a destinação correta de resíduos. Dados de pesquisas realizadas constam que 66% da população brasileira afirma saber pouco sobre coleta seletiva, e 28% não sabem quais são as cores das lixeiras para o descarte adequado dos resíduos (IPEA, 2017). A participação da sociedade é fundamental para o desenvolvimento e preservação do ecossistema, através de um crescente processo de reciclagem de resíduos.

### **3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

O presente trabalho tem como base, uma pesquisa com estudo de caso com uma abordagem qualitativa e quantitativa, avaliando os critérios de segregação, coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos no município de Santana-AP levantando dados por meio de imagens e mostrando os procedimentos até a destinação final.

Figura 1. Fluxograma das etapas a serem desenvolvidas



Fonte: Autoria Própria (2021)

### 3.1. ESTUDO DE CASO

Localizada na foz do rio Amazonas, na parte centro-sul do Amapá, o município de Santana é o menor em área do estado, possuindo 1.541,22 km<sup>2</sup>. O centro da cidade está distante cerca de trinta quilômetros do centro de Macapá, e inserido na chamada Região Metropolitana de Macapá, principal centro populacional do estado, com cerca de 646.323 habitantes, segundo estimativas do IBGE em 2010. A população do município de Santana totaliza 121.364 habitantes, segundo o mesmo instituto. Segundo a pesquisa nacional de saneamento básico os municípios brasileiros possuem 100% de manejo dos resíduos sólidos. Apesar de ser um percentual elevado, não possuem a destinação adequada pois 50,8% do país tem como a destinação final os lixões.

Para tanto, a Secretária de Obras Públicas e Serviços Urbanos – SEMOP de Santana, vem se esforçando para atender as novas diretrizes nacionais e também se preocupa em dar a destinação correta e adequada aos resíduos sólidos coletados, pois mesmo não tendo aterro sanitário em seu município, é realizado o transporte dos seus resíduos para o município vizinho, a capital Macapá.

### 3.2. LEVANTAMENTO DAS DIRETRIZES

Na primeira etapa do trabalho foi desenvolvido o Levantamento das diretrizes e procedimentos estabelecidos, por meio de análise documental conforme a Lei nº 12.305/2010 que instituiu a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, obrigando os municípios a se adequarem às novas diretrizes e a Lei nº 8.666/93 (Lei de Licitações e Contratos Públicos) e nos termos de referências.

### 3.3. CARACTERIZAÇÃO DAS FASES DE COLETA E TRIAGEM

Depois de feitas as entrevistas e levantados os dados pertinentes, foram analisadas a caracterização das fases de coleta e triagem realizada no município, descrevendo o passo a passo do serviço desde a partida do veículo de sua garagem conhecendo todo o percurso gasto na viagem para retirada dos resíduos das localidades onde foram dispostos até sua destinação final.

### 3.4. IDENTIFICAÇÃO DE OBSTÁCULOS A IMPLEMENTAÇÃO

Na terceira etapa do projeto foi realizado o levantamento de informações para identificar os obstáculos a implementação, estabelecendo as medidas necessárias de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que como já descrevemos, é uma lei que tem o objetivo de proteger a saúde pública e a qualidade ambiental dando

regularidade, constância, aplicabilidade, função e ampliação da prestação dos serviços públicos, manuseio de resíduos sólido e limpeza urbana.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. LEIS E DIRETRIZES ESTABELECIDAS**

A Lei 12.305/2010 que institui a nova política de resíduos sólidos trouxe uma nova concepção de seus objetivos, para que a coleta seletiva fosse realizada adequadamente, impondo obrigações jurídicas e trazendo responsabilidades para o setor empresarial, fazendo com que os municípios também se responsabilizassem pela limpeza urbana e pelo manejo dos resíduos sólidos. Outra lei que também regulamenta a coleta especializada dos resíduos sólidos urbanos é a Lei nº 8.666/93 (Lei de Licitações e Contratos Públicos) onde institui normas para a contratação de serviços fazendo com que o manejo de resíduos seja realizado de forma transparente, garantido eficiência a atividade.

A limpeza urbana de Santana está sendo executada sob contrato em caráter excepcional, firmado entre a Secretaria Municipal de Obras e a empresa ESC Ambiental, com término previsto em outubro de 2021. Esta contratação será respaldada pela Lei 8.666/93, e terá prazo de vigência de 24 (vinte e quatro) meses, prorrogável até 60 meses.

A Secretária de Obras públicas apresenta o termo de referência elaborado pela equipe técnica da coordenadoria de serviços urbanos, para as empresas interessadas em participar do certame, e com base nos dados de acompanhamento do contrato em execução são apresentadas as necessidades nos ajustes de limpeza urbana, com o objetivo de melhorar a qualidade dos serviços prestados à coletividade.

Compete a Secretaria de Obras Públicas e Serviços Urbanos, SEMOP, a formulação, implementação da política de limpeza pública e fiscalização da empresa contratada para coleta de resíduos do município de Santana, garantindo à população o acesso universalizado aos serviços e destinação final dos rejeitos urbanos.

### **4.2. COLETA E TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Preservar o meio ambiente e ao mesmo tempo manter a cidade limpa para a qualidade de vida da população, são algumas das atribuições dos serviços prestado pela ESC Ambiental, com sede na Av. São João Apóstolo, 1490 - Bairro Fonte Nova, Santana – AP. Atualmente tem no seu quadro funcional as seguintes categorias de trabalhadores: agente de limpeza, motorista de caminhão, coletores de resíduos, agente de portaria, auxiliar de escritório, auxiliar de serviço gerais, operador de máquina costal, operador de máquina pesada, auxiliar de mecânico, mecânico, encarregado, contador, analista de recursos humanos, soldadores, fotógrafos, técnico em segurança do trabalho, engenheiro civil, gestor ambiental, diretor administrativo e jovens aprendizes.

Quanto ao serviço de coleta; ele é realizado em todas as vias abertas, em condições de circulação de veículos por rotas regulares e diárias, em horários determinados. O serviço contempla a todos os domicílios diretamente com o uso de veículo compactador. Nos logradouros sem acesso, os resíduos são coletados porta a porta, pelos agentes de limpeza da equipe de coleta, (Figura 2).



Figura 2. Coleta realizada em área de ressaca



Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Santana - AP (2021)

A frequência de coleta é diária e alternada, ou seja, durante duas a três vezes por semana nos bairros. O período de execução da coleta diurna é realizado por cinco carros coletores compactadores, um carro compactador trucado que coleta as caixas tipo canguru e caminhão poli guindaste que recolhe caixa estacionária (Figura 3), onde são depositados os resíduos dos munícipes que moram em locais onde o caminhão fica impossibilitado de acessar como por exemplo região alagadas (denominadas localmente de ressaca). No seu total são 25 caixas de 5m<sup>3</sup> cada, sendo colocadas em locais de ressaca, feiras e próximas as ruas estreitas e pontes. No período noturno, um carro coletor percorre o município nas ruas centrais onde o comércio funciona.

Figura 3. Caixa tipo canguru e caminhão poli guindaste




Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Santana - AP (2021)

As orientações fornecidas a população do município são as seguintes: Os moradores recebem um cronograma anual sobre dias e horários de coleta (Figura 4), sendo também avisados por grupos formados pelo aplicativo *WhatsApp*. Dessa forma, os moradores podem colocar os resíduos no horário programado. Outra orientação é o acondicionamento dos resíduos de materiais perfurantes, cortantes e os líquidos, os quais devem ser acondicionados dentro de garrafas pets ou latas, para evitar acidentes com os agentes coletores. Os resíduos devem obrigatoriamente serem depositados em

sacolas plásticas e colocados de forma alinhada ao imóvel ou em caçamba estacionária, em locais determinados pela SEMOP, evitando assim sua deposição na rua. É obrigatória, sobe pena de multa, que os moradores sigam todas as orientações e regras estabelecidas.

Com o decorrer da pesquisa realizada no município de Santana observou-se que os resíduos sólidos descartados têm misturas com resíduos orgânicos, ou seja, os moradores têm dificuldades de seguir as orientações estabelecidas pela SEMOP, pois mesmo com a separação destes resíduos antes da sua destinação final, eles são coletados já contaminados aumentando assim as dificuldades para a reciclagem desses materiais.

Figura 4. Roteiro de coleta de resíduos sólidos no município

  
**ESC AMBIENTAL - ROTA DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SANTANA-AP**

HORÁRIO: 6h40 às 15h							HORÁRIO: 12h às 18h	HORÁRIO: 16h às 23h59
COLETOR	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO	DOMINGO	SEG. A SÁBADO
PHS 0C30	Rua Salvador Diniz	Rua Salvador Diniz	Rua Salvador Diniz	Rua Salvador Diniz	Rua Salvador Diniz	Rua Salvador Diniz	Avenida Santana	Avenida Santana
	Bairro Centro	Bairro Provedor I	Bairro Centro	Bairro Provedor I	Bairro Centro	Bairro Provedor I		
		Bairro Provedor II		Bairro Provedor II		Bairro Provedor II		
PHS 0C30	Rua Adávaro Cavalcante	Rua Adávaro Cavalcante	Rua Adávaro Cavalcante	Rua Adávaro Cavalcante	Rua Adávaro Cavalcante	Rua Adávaro Cavalcante	Rua Ubaldo Figueira	Rua Ubaldo Figueira
	Av. Castro Alves	Bairro Nova Brasília	Av. Castro Alves	Bairro Nova Brasília	Av. Castro Alves	Bairro Nova Brasília		
	Bairro Hospitalidade	Bairro Mutirão	Bairro Hospitalidade	Bairro Mutirão	Bairro Hospitalidade	Bairro Mutirão		
		Bairro Piçareira		Bairro Piçareira		Bairro Piçareira		
PHS 0C40	Bairro Paraíso	Bairro Jardim de Deus I	Bairro Paraíso	Av. São João Apostolo	Bairro Paraíso	Av. São João Apostolo	Rua Claudio Lúcio Monteiro	Rua Claudio Lúcio Monteiro
		Bairro Jardim Floresta		Bairro Nova Brasília		Bairro Nova Brasília		
		Av. São João Apostolo		Bairro Nova União		Bairro Nova União		
		Rod. Duca Serra		Bairro Vagalume		Bairro Vagalume		
		Bairro Nova Brasília	Bairro Acquaville Tucunaré			Bairro Acquaville Tucunaré		
		Bairro Nova União						
		Bairro Vagalume						
PHS 0C50	Bairro Fonte Nova	Centro-Área Comercial	Bairro Fonte Nova	Centro-Área Comercial	Bairro Fonte Nova	Centro-Área Comercial	<b>TODAS AS QUARTAS-FEIRAS</b>	
	Bairro Parque das Laranjeiras	Bairro Fonte Nova	Bairro Parque das Laranjeiras	Bairro Fonte Nova	Bairro Parque das Laranjeiras	Bairro Fonte Nova	<b>HORÁRIO: 7h às 10h</b>	<b>HORÁRIO: 11h às 13h</b>
	Bairro Fé em Deus	Área Portuária	Bairro Fé em Deus	Área Portuária	Bairro Fé em Deus	Área Portuária	Distrito - Ilha de Santana	Distrito - Anauerapucu
PHS 0C60	Rua Ubaldo Figueira	Rua Ubaldo Figueira	Rua Ubaldo Figueira	Rua Ubaldo Figueira	Rua Ubaldo Figueira	Rua Ubaldo Figueira	<b>DE SEGUNDA-FEIRA A SÁBADO</b>	
	Rua Pastor Sozinho	Rua Pastor Sozinho	Rua Pastor Sozinho	Rua Pastor Sozinho	Rua Pastor Sozinho	Rua Pastor Sozinho	<b>HORÁRIO: 6h40 às 15h</b> CAMINHÃO TRUCADO PHS: 5930 POLY GUINDASTE PHS: 6885	
	Rua Claudio Lucio Monteiro	Rua Claudio Lucio Monteiro	Rua Claudio Lucio Monteiro	Rua Claudio Lucio Monteiro	Rua Claudio Lucio Monteiro	Rua Claudio Lucio Monteiro	RECOLHE O LIXO DAS CAIXAS ESTACIONARIA	
	Bairro Remédio I	Bairro Igarapé Fortaleza	Bairro Remédio I	Bairro Igarapé Fortaleza	Bairro Remédio I	Bairro Igarapé Fortaleza		
	Bairro Remédio II	Vila Amazonas	Bairro Remédio II	Vila Amazonas	Bairro Remédio II	Vila Amazonas		
	Bairro Novo Horizonte	Bairro Monte das Oliveiras	Bairro Novo Horizonte	Bairro Monte das Oliveiras	Bairro Novo Horizonte	Bairro Monte das Oliveiras		
		Staff-Vila Amazonas		Staff-Vila Amazonas		Staff-Vila Amazonas		
		Bairro Daniel		Bairro Daniel		Bairro Daniel		
		Bairro Provedor (entrada pela Av. Doze)		Bairro Provedor (entrada pela Av. Doze)		Bairro Provedor (entrada pela Av. Doze)		

Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Santana - AP (2021)

As ações da empresa para o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos no Município do Santana, tem como objetivos principais:

- ✓ Implementar ações de educação ambiental buscando a colaboração com a população nas atividades;
- ✓ Reduzir a geração, através da segregação nos domicílios e acondicionamento adequado destes resíduos sólidos;
- ✓ Observar a frequência e horários da coleta em cada logradouro;
- ✓ Reduzir o descarte irregular de resíduos em logradouros;

- ✓ Conservar a limpeza da cidade;
- ✓ Reduzir os índices de doenças associadas ao “lixo”;
- ✓ Aumentar o alcance da coleta domiciliar aos domicílios dispostos em áreas de difícil acesso, por meio do uso de equipamentos especiais ou da coleta porta a porta;
- ✓ Efetivar a coleta conforme o modelo de “fluxo de resíduos sólidos” do Município de Santana;
- ✓ Contribuir para a coleta seletiva de resíduos secos através dos pontos de entregas voluntárias - PEV's e da coleta porta a porta.

### 4.3. ADVERSIDADE A IMPLEMENTAÇÃO DE COLETA SELETIVA

A Lei Federal 11.445/2007 relata que a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos precisa ser tratado com qualidade, pois é um dos componentes do saneamento básico que pode pôr em risco a saúde pública e à proteção ao meio ambiente.

Os Gerenciamentos de Resíduos Sólidos são relacionados à execução das etapas de recolhimento, deslocação, transbordo, segregação e destinação final ambientalmente correta dos resíduos.

O procedimento de triagem dos resíduos consiste na segmentação dos materiais que serão encaminhados para a reciclagem, conforme as suas características físicas e químicas. A separação dos resíduos é uma fase fundamental para o processo de reciclagem, que consiste na etapa inicial para a fabricação de produtos novos. Esse processo é feito pelos Carapirás - como são chamados os catadores de reciclável no Centro de Tratamento de Resíduos de Macapá - CTR-MCP (Figura 5).

Os principais obstáculos à implementação e coleta seletiva no município, são:

- ✓ Gerenciamento e a destinação final correta para o grande volume de resíduos que é gerado,
- ✓ Implantação do sistema de coleta seletiva de resíduos de forma eficiente,
- ✓ Padronização do sistema de coleta para todos os estados,
- ✓ Desenvolvimento de tecnologias mais eficazes para o tratamento dos resíduos,
- ✓ Implementação da educação ambiental para transformá-la em um instrumento eficiente de sensibilização ambiental da população.

Estes seriam os obstáculos básicos pois existem muitos outros de natureza, política, econômica, ambiental, social e cultural.

Figura 5. Descarrego do caminhão coletor CTR – MCP

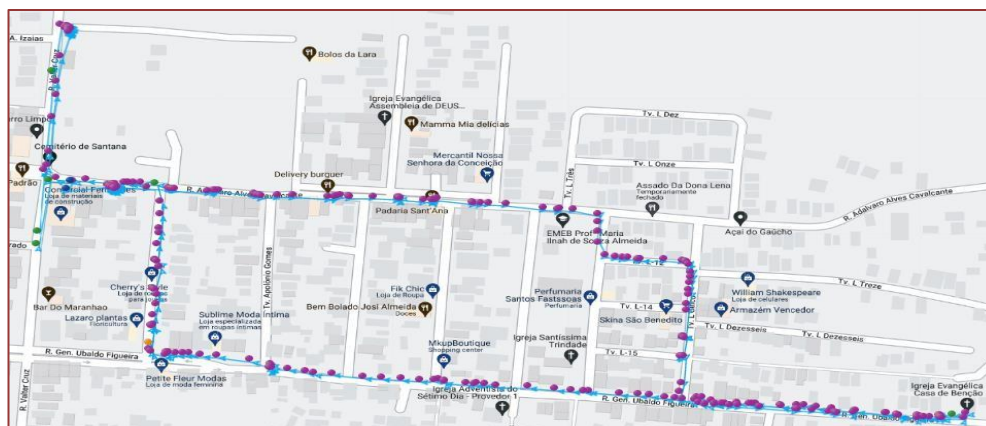


Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Macapá - AP (2021).

#### 4.3.1 AÇÃO SOCIAL PARA INCENTIVO A COLETA SELETIVA

Com o objetivo de sensibilizar a população e contribuir para a educação ambiental da população do município de Santana, a ESC Ambiental, realizou uma ação de recolhimento de materiais recicláveis que ocorreu na manhã de sábado dia 20/11/2021. De maneira lúdica o personagem “Zé Coleta” saiu arrecadando reciclável pelo Bairro Provedor I (Figura 6).

Figura 6. Percurso da coleta realizada duante a ação



Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Santana - AP (2021).

Os moradores foram incentivados a entregar os recicláveis para o caminhão Baú (Figura 7), onde eram recebidos pelos personagens dos quadrinhos infantis, como o *batman* e capitão américa, havia locutor e radialista contratados pela ESC Ambiental e equipe de funcionários da empresa. O evento chamou a atenção de crianças e adultos, e assim todos participaram da ação levando garrafas pets, garrafas de vidros, caixa de papelão, pedaços de pvc, sacolas plásticas, papel (revista e livro) e lata de alumínio, conforme quantidades assinaladas (Figura 8) e Tabela 1.

Figura 7. Equipe que participou da ação da coleta do reciclável



Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Santana - AP (2021)

Este projeto piloto foi realizado no bairro Provedor, mas futuramente a empresa pretende estender para outros bairros, para que a população possa contribuir com a coleta seletiva.

Figura 8. Materiais coletados durante ação no Bairro Provedor em 22/11/2021.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Tabela 1. Quantidade do Material coletado no bairro Provedor em 22/11/2021

Material	Quantidade
Garrafas pets	1.291 unidades
Garrafas Vidros	216 unidades
Caixa de papelão	23kg = 234 unidades
Pedaços de PVC	3m <sup>2</sup> = 6 unidades
Plásticos	12kg = 63 unidades
Papel (revista e livro)	30kg = 232 unidades
Lata de alumínio (latinha de cerveja e refrigerante)	14 unidades

Fonte: Autoria Própria (2021).

Os resíduos foram separados, embalados e armazenados conforme suas características, para que não houvesse acidentes com materiais cortantes ou risco de contaminação, facilitando sua destinação final. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305 de 2010, é necessário que as empresas se adequem as condutas de tratamento de resíduos recicláveis, para que possam entrar em conformidade com as normas tratando os materiais recicláveis de forma apropriada.

“Acreditamos na educação como forma de transformação. Esperamos colaborar com os moradores do Bairro Provedor I, buscando conscientizar os santanenses com a educação ambiental para que possam mudar suas condutas ajudando o meio ambiente” disse o Eng. Haroldo Pessoa, da empresa ESC Ambiental. (PREFEITURA DE SANTANA, 2021).

Em troca de mensagens *WhatsApp* com a gestora ambiental – Sra. Simone Ferreira responsável pelo programa de educação ambiental de resíduos sólidos, foram abordados tópicos sobre a política de manuseio de resíduos, capacidade de suporte e problemáticas da coleta seletiva no município, onde a mesma relatou que existe uma política que é falha, por não tratar o problema na raiz, tendo em vista que, a população e indústria tem que mudar seus hábitos para que a geração de resíduos diminua, isso desafogaria uma parte do sistema - afirmou a gestora.

Posteriormente foi realizado uma pesquisa de opinião com os moradores, (Figura 9), a respeito das práticas de separação dos resíduos, onde foram realizadas perguntas a respeito da existência de coleta seletiva, se os moradores separavam os materiais recicláveis e quais as problemáticas da realização da coleta seletiva, quando obteve-se o resultado de que não existe coleta seletiva, os materiais recicláveis são coletados juntamente com matéria orgânica e a problemática seria a falta de divulgação e ações de educação ambiental.

Figura 9. Pesquisa realizada com moradores da cidade



Fonte: Arquivo ESC Ambiental, Santana - AP (2021).

A capacidade de suporte e gerenciamento dos resíduos, portanto é uma questão chave, pois não se têm como enviar e nem como tratar essa quantidade de resíduos gerados todos os dias mesmo tendo coleta seletiva, reciclagem e destinação final correta para o aterro controlado, a capacidade de suporte não dá conta de tratar o volume que é gerado, pois são toneladas e toneladas de resíduos produzidos diariamente. A política tem que trabalhar na fonte, pela mudança de hábito, sensibilizando a população e as indústrias, com o intuito de responsabiliza-las e trazê-las para dentro do sistema, para contribuir de fato e modificar esse cenário que é bem cheio de adversidades.

## 5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos sólidos podem gerar muitos impactos a saúde da população e ao meio ambiente. O estudo constatou a partir da realidade do município, que um adequado gerenciamento de coleta seletiva seria fundamental para que os resíduos sólidos municipais possam deixar de ser um problema para administradores municipais.

Verificou-se que há uma falha no gerenciamento destes resíduos, pela ausência de infraestrutura e tecnologia para tratamento adequado (reciclagem) destes resíduos, pois não há realização de coleta seletiva frequentemente e a maioria dos resíduos ainda tem uma destinação incorreta.

Este estudo também pode observar que há falta de informação para a população sobre o descarte adequado dos resíduos.

Finalmente, se deseja que o presente estudo possa contribuir com o esforço da concessionária ESC Ambiental e demais órgãos da Prefeitura de Santana para a melhoria do gerenciamento adequado dos seus resíduos sólidos urbanos e condições de vida de sua população.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABRELPE - Associação Brasileira De Limpeza Pública. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2018. Disponível em: [www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br). Acesso em: 05 set. 2021.
- [2] ABRELPE - Associação Brasileira De Limpeza Pública. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2019. Disponível em: [www.abrelpe.org.br](http://www.abrelpe.org.br). Acesso em: 21 ago. 2021.
- [3] ARRUDA, E. C. et al., Pro- environmental behavior and recycling: literature review and policy considerations. *Ambiente & Sociedade*, v. 21, p. 21-37, 2018.
- [4] BRASIL, Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), 2010.
- [5] COSTA, Aparecida Marlucia de Melo. LICITAÇÃO: LEI 8.666/93. 2018.
- [6] GUERRA, K. S; SANDER, A. Os reflexos da vigência da política nacional de resíduos sólidos na cidade de porto alegre. *Revista metódica de administração do sul, Porto alegre*, v. 2, n. 5, p. 424-434, 2019.
- [7] IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População no último censo: Panorama. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama>. Acesso em: 8 ago. 2021.
- [8] IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem, 2017. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br> Acessado em: 16 out. 2021.
- [9] MAXIMIANO, Gabriel Henrique Pagamisse. UTILIZAÇÃO DA LEI 8666/93 PELOS ORGÃOS PÚBLICOS. *Revista Científica FESA*, v. 1, n. 7, p. 81-92, 2021.
- [10] PEREIRA, A. C.; DA SILVA, G. Z.; CARBONARI, M. E. E. Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.
- [11] PMS- Prefeitura Municipal de Santana/AP. Educação Ambiental: Personagem Zé Coleta faz arrastão e recolhe lixo no bairro Provedor em Santana. Disponível em: <https://www.santana.ap.gov.br/educacao-ambiental-personagem-ze-coleta-faz-arrastao-e-recolhe-lixo-no-bairro-provedor-em-santana/>. Acesso em: 22 de nov. 2021.
- [12] SEMOP– Secretaria Municipal de Obras Públicas. Relatório de gestão consolidado. 2019. Disponível em: [https://www.tce.ap.gov.br/relatorio\\_gestao/Secretaria%20Municipal%20de%20Obras%20P%C3%BAblicas%20e%20Servi%C3%A7os%20Urbanos%20-%20SEMOP%20-%202018.pdf](https://www.tce.ap.gov.br/relatorio_gestao/Secretaria%20Municipal%20de%20Obras%20P%C3%BAblicas%20e%20Servi%C3%A7os%20Urbanos%20-%20SEMOP%20-%202018.pdf). Acesso em: 16 set. 2021.
- [13] VIEIRA, M. C.; PASSOS, T. G.; MAIDEL, S. Gestão de resíduos sólidos em uma empresa sem fins lucrativos. *Extensão Tecnológica: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense*, n. 11, p. 30-42, 2019.



# Capítulo 6

## *Avaliação de modulação de contêineres: Estudo de caso de obra comercial na cidade de Manaus*

*Fabianno Lira Pessoa de Queiroz*

**Resumo:** Este trabalho apresentou um estudo sobre contêineres, visto que esse material é bastante utilizado, e acaba sendo inevitável seu descarte ao fim desse uso, e conseguir dá um novo propósito para esse material é de extrema importância no quesito sustentabilidade. Sua geometria é favorável a arquitetura modular e flexível, permitindo que o tempo de construção e os custos sejam reduzidos, em comparação a métodos tradicionais. Logo este trabalho visou assim avaliar os critérios e procedimentos de execução de contêineres quanto ao atendimento a NBR 15873 e a NR 18. Levantando os critérios de modulação do sistema construtivo modular de contêiner, determinando as medidas de modulação do sistema construtivo modular de contêineres e avaliando a modulação do sistema construtivo modular de contêineres. Como resultado viu-se que o local Nossa Praia deixa a desejar em aspectos que a NR 18 e a NBR 15873 preveem. Assim é preferível que os critérios de uma edificação modular sigam a ABNT NBR 15873 e a NR 18, que visam padronizar as dimensões das peças, elementos e componentes de todos os produtos utilizados na construção de uma edificação modular, de forma a evitar dificuldade de ajuste e retrabalho em obra.

**Palavras-chave:** Construção Modular. Contêiner. NR 18. Nbr 15873. Sustentabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Hoje as novas empresas, tanto pequena como grandes, têm um desafio de sobreviver em um mercado cada vez mais competitivo e exigente. Com isso elas tem de estar atentas as tendências mundiais, para conseguir se manter num mercado de trabalho cada vez mais competitivo, com níveis de exigência social e ambiental cada vez mais fortes e com isso tornando mais desafiador para o novo empresário.

Desse modo, a metodologia de construção modular atende a essas exigências, visto que essa construção se baseia em módulos individuais que são pré-fabricados em linha de montagem e instalados no local da obra, o que permite redução de perdas, rapidez de montagem e sustentável.

Um método construtivo que vem ganhando muito espaço é o de contêineres, onde os novos e até mesmo os descartados são utilizados. Trata-se de uma caixa metálica, geralmente fabricada em aço, mas podendo ser de fibra ou alumínio e criada para facilitar o transporte, minimizando perdas e conseqüentemente uma grande economia de material, a rapidez na construção e a conservação do meio ambiente.

Diante disso que foi exposto o artigo em questão vem com o objetivo de avaliar os critérios e procedimentos de execução construtivo modular de contêineres quanto ao atendimento da NBR 15873 e a NR18.

Para assim servir de material informativo para a comunidade acadêmica, visto que é um tema que vem se mostrando muito inovador e prático, onde a utilização de contêiner no Brasil, apesar de embrionária, vem se tornando uma escolha cada vez mais comuns para os novos e antigos empresários.

A construção modular é um método que tem virado tendência onde se baseia na utilização de peças pré-fabricadas, onde temos a utilização de contêiner na construção civil. Historicamente já era utilizado em locações de restaurantes na década de 80', porém não com a sofisticação que temos hoje. Devido a toda essa evolução, hoje as novas empresas visam tanto a utilização desses contêineres em seus negócios, pois, apresentam grandes vantagens em relação a métodos de construções mais tradicionais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CONSTRUÇÃO MODULAR

A construção modular é uma metodologia de construção civil por etapas, partindo da padronização das partes que configuram uma casa ou um prédio. Assim, os módulos são transportados um a um e montados para formar a construção. Através desse modelo, podem ser construídas não apenas casas comuns, mas também residências de luxo, prédios comerciais e até mesmo hospitais. Isso porque, apesar de padronizados, os módulos possuem grande resistência e podem ser encaixados de diversas formas. Assim, as dimensões dos módulos, os acabamentos e a arquitetura são totalmente customizáveis para se adequar a cada necessidade.

Estas características trazem mais qualidade, rapidez e inovação contínua para as obras. Desta forma, a construção modular, além de já ser inovadora, evolui muito rapidamente e atinge padrões de qualidade e eficiência maiores a cada dia (DEGANI, 2019).

Como o próprio nome indica, o processo de construção modular se dá através de módulos individuais, que são fabricados em linhas de montagem padronizadas e apenas montados no local da edificação. A fabricação, beneficiada pelo controle de prazos garantido no ambiente industrial, pode ser realizada a partir de matérias-primas padrão, como o concreto, o aço, a própria madeira, além dos novos materiais como o contêiner que compõem as tendências da engenharia civil.

Nesse caso, a casa ou edificação é feita, na verdade, em fábricas modernas, próprias para construir casas pré-fabricadas e equipadas com maquinário que proporciona precisão à construção. Apenas a montagem dos módulos ocorre em canteiro (FARIAS, 2019).

A construção modular é um método construtivo que é constituído por uma unidade de medida comum, sendo denominada por módulo, podendo ser de diversas dimensões, proporções e elementos, que são pré-fabricados, transportados em “fatias”, até o local de implantação, ligados entre si, com isso utilizando estes módulos de forma projetada e organizada, assim formando edificações. Sendo de fato um método racional e ágil, a execução e os projetos elaborados, andam lado a lado (DEGANI, 2019).

Logo a construção modular se mostra bastante vantajosa e efetiva se comparado a construções civis mais tradicionais, visto essas características únicas da construção modular.

## 2.2 CONTÊINERES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os contêineres são o que se pode dizer do futuro da engenharia civil, devido a sua versatilidade e inúmeras vantagens como a sustentabilidade, rapidez na construção e redução de custos relacionado a construção tradicional, mas antigamente já era utilizado dessa matéria prima.

A ideia de se reutilizar materiais como o container vem desde de 1850, quando se reutilizou vagões de trem para alocação de restaurantes. No final da década de 1980 e início da de 1990, iniciou-se a difusão de outros usos para os contêineres, ligados a construção civil. Em um primeiro momento, os containers passaram a servir em funções operacionais, como depósitos de materiais, escritórios, guarda-volumes e refeitório, principalmente em canteiros de obra, pois, possuem custo e tempo de execução reduzidos. Atualmente o uso de containers na construção civil é uma tendência por trazerem uma estética diferenciada de estilo industrial e pela sustentabilidade do material. No Brasil, essa aplicação chegou na segunda década dos anos 2000 com a construção da primeira loja e da primeira residência, e desde então seu emprego teve rápida difusão (GASPAR, 2021).

Os contêineres são caixas metálicas utilizadas em navios e trens para o transporte de cargas e geralmente são de grandes dimensões. Eles se tornaram uma alternativa de construção modular, atendendo as demandas de novas práticas construtivas, sendo uma alternativa sustentável, de baixo custo, com grande facilidade de deslocamento e expansão do projeto (SANTOS, 2017).

O que se pode observar é que os contêineres apresentam uma tendência de se estabilizar no mercado, devido as inúmeras vantagens em comparação aos métodos mais tradicionais.

## 2.3 CONTÊINERES PARA FINS COMERCIAIS

As empresas comerciais vêm buscando cada vez mais se adequarem as novas tendências do mercado, e veem no contêiner a escolha ideal para a construção da sua nova loja, porém, devem se atentar a alguns fatores como o transporte, locação e os tipos e especificações que pretendem utilizar.

Por ser tão versátil, a construção modular abre diversas novas possibilidades de negócio. A posse do terreno não é mais algo essencial para se construir. Um estabelecimento comercial pode ser feito sobre um terreno alugado para se “instalar” no seu prédio (DEGANI, 2019).

Para iniciar um projeto modular utilizando contêineres, primeiramente é necessário escolher o tipo de contêiner que vai ser usado, e ter em mãos as suas dimensões, para projetar a partir delas. Outra situação a ser analisada é o local de implantação, o tipo e capacidade do transporte, para poder selecionar a dimensão ideal dos módulos, sendo em algumas situações mais indicado usar vários módulos menores do que um de grande dimensão (SANTOS, 2017).

## 3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia adotada tem como base a descrição e procedimentos das etapas de construção de um edifício comercial a base de contêiner, levando em consideração todas as especificações técnicas exigidas pela construção, baseada na NR 18 e a NBR 15873 seguindo as seguintes etapas. A seguir são apresentadas as etapas do trabalho na Figura 1.

Figura 1

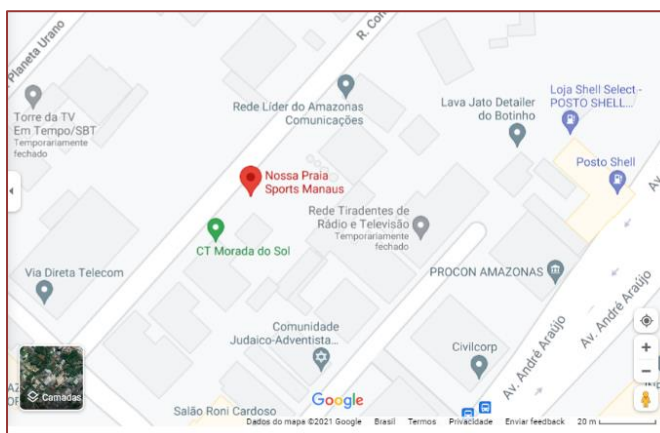


Fonte: Autoria própria (2021)

### 3.1 ESTUDO DE CASO

Nesta etapa inicial será feito a visita ao local da edificação modular a base de contêiner no Nossa Praia, localizada na rua Constelação de Peixes, 69060-067, para análise de seus critérios e procedimentos adotados.

Figura 2. Localização do local da obra Nossa Praia



Fonte: Google Maps(30/09/2021)

### 3.2 LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS DE MODULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Nesta fase do processo será feito o levantamento dos critérios de modulação do sistema construtivo modular de contêiner, por meio de análise documental (NR 18 e NBR 15873), onde na NR 18 tem como objetivo a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos construtivos, já a NBR 15873 define os termos, o valor do módulo básico e os princípios da coordenação modular para edificações.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DE MEDIDAS DE MODULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Nesta etapa será feito a determinação das medidas de modulação dos contêineres, por meio de visita ao local, verificando os possíveis desvios de acordo com a NR 18, fazendo as medidas do local e saber se as medidas preventivas estão sendo seguidas.

### 3.4 AVALIAÇÃO DA MODULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Por fim, ocorrerá a avaliação da modulação do sistema de contêiner, por meio de análise das medidas e do projeto, verificando os desvios e suas causas.

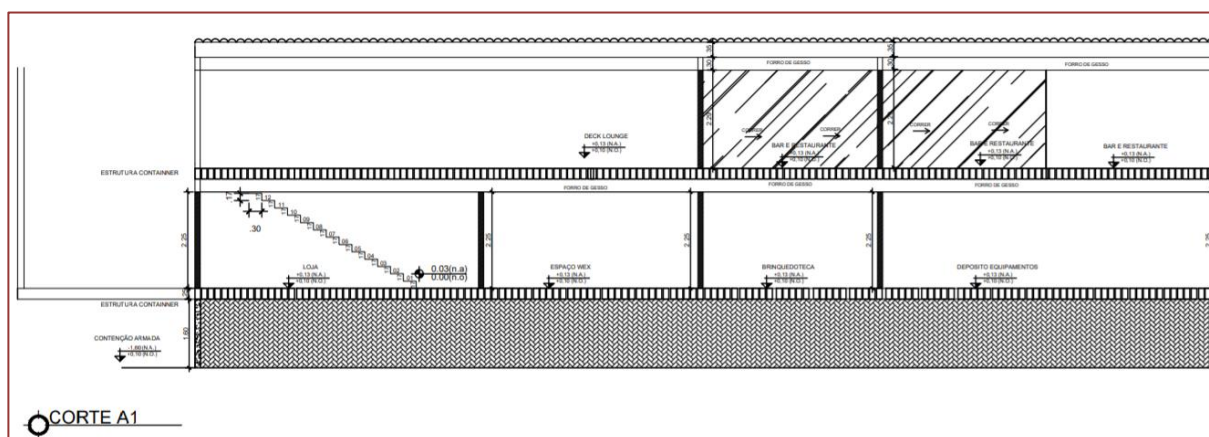
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS DA ETAPA 1

Nesta fase do processo foi realizado o levantamento dos critérios de modulação do sistema construtivo modular de contêiner, por meio de análise documental (NR 18 e NBR 15873), onde na NR 18(2021) que visa condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção, e na nova Norma Regulamentadora nº 18 (NR-18) passará a proibir o uso de contêineres originalmente utilizados para transporte de cargas em área de vivência a partir de 22 de fevereiro de 2022, sendo assim o Nossa Praia entra em desacordo com a norma, visto que ela não a tende a esse requisito.

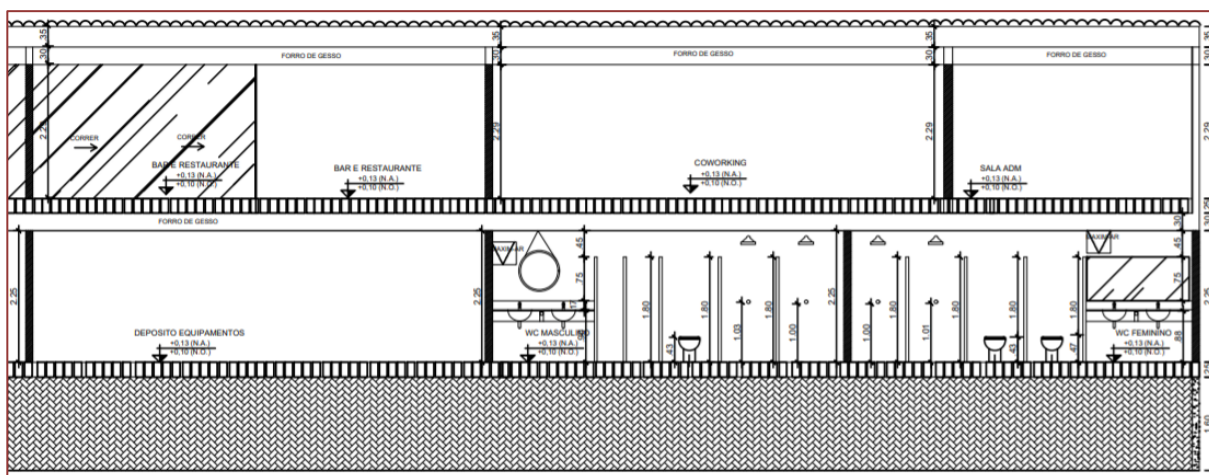
Quanto a NBR 15873(2010), que diz que os módulos devem ter como padrão a medida de 100 mm para módulos básicos, o projeto em si também não segue essas medidas apesar que, diferente da NR onde é obrigatório seguir, a NBR não é uma lei podendo se dizer que é uma recomendação.

Figura 3



Fonte: Projeto Nossa Praia (2020)

Figura 4



Fonte: Projeto Nossa Praia (2020)

## 4.2 RESULTADOS DA ETAPA 2

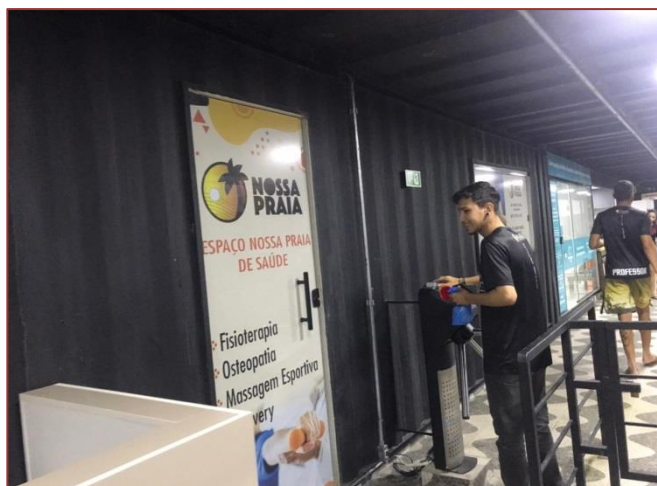
Nesta etapa será feito a determinação das medidas de modulação dos contêineres, por meio de visita ao local, verificando os possíveis desvios de acordo com a NR 18 e após visita ao local foi possível identificar o uso de 3 contêiner, do tipo *Dry Standard 40*, que possui medidas externas de 12,19 metros de comprimento, 2,44 metros de largura, 2,59 metros de altura onde-se pode ver que atende as medidas preventivas da NR 18, pois, a mesma não faz grandes exigências quanto a utilização de contêineres, mas pede para que algumas medidas sejam tomadas, tais como, que o contêiner receba ventilação natural de no mínimo 15% da área do piso e possua no mínimo duas aberturas, que a estrutura dos containers deve ser aterrada eletricamente, para prevenção de choques elétricos.

Figura 5



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 6



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 7



Fonte: A autoria própria (2021)

### 4.3 RESULTADOS DA ETAPA 3

Após feita a avaliação da modulação por análise de medidas dos contêineres do Nossa Praia mediante visita técnica, pode-se constatar que os contêineres utilizados no projeto têm suas medidas dentro do padrão do tipo *Dry Standard 40*, sendo elas 12,19 metros de comprimento, 2,44 metros de largura, 2,59 metros de altura e eles não possuem desvios.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado que são reais os inúmeros benefícios quanto ao uso da construção modular como o aumento da qualidade, diminuição do tempo de obra, redução de gastos com mão de obra e menos desperdícios, facilidade na logística de materiais e principalmente maior sustentabilidade.

Porém, também como foi mostrado na pesquisa, o local Nossa Praia não atende as normas que visam regular e padronizar esse método de construção, de uma forma que vise facilitar a construção em si, porém mais importante que vise a segurança acima de tudo.

Este artigo teve uma proposta de identificar se as novas edificações em Manaus que estão se propondo a utilizar esse método novo, porém com diversas vantagens em relação ao método tradicional de construção, estão se baseando nas normas que



integram esse método construtivo. Infelizmente essa obra em questão não atende as normas que tem essa função tão importante de padronizar e trazer segurança a edificação.

Para artigos futuros propõe-se fazer um estudo para o aprimoramento das fiscalizações das futuras obras que virão a utilizar esse método construtivo para assim, fazer com que essas obras só sejam colocadas em práticas se adotarem corretamente o que diz as normas, que nada mais são que manuais para a obra se respaldar tanto quanto no quesito segurança e tanto no quesito legal.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15873: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 9 p.
- [2] NR – Norma Regulamentadora. NR 18: Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. Rio de Janeiro, 2019.
- [3] DEGANI, Jonathan. O que é construção modular e como funciona. (2019)
- [4] SANTOS, Carolina Neiva “CONSTRUÇÃO MODULAR: UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS COMO AMBIENTE CONSTRUÍDO.” 22 Mar 2017.
- [5] FARIAS, Vanessa. 10 Razões para implementar a construção modular pré-fabricada no Brasil. (2019)
- [6] GASPAR, Marilia. Containers na construção civil: vantagens e desvantagens. (2021)

# Capítulo 7

## *Análise comparativa de custo entre lajes treliçadas e lajes maciças*

*Fernando Alberto Silva Oliveira*

**Resumo:** A laje pré-moldada se trata de uma opção eficiente, baixo custo se comparada com a laje maciça, seu sistema é de fácil montagem, não exige mão de obra especializada. Objetiva-se com esse trabalho compreender os diferentes custos e técnicas de construção das lajes tipo maciça e pré-moldada, por meio de análises comparativas, busca avaliar os critérios de especificação das lajes. Em seguida, pretende-se identificar as técnicas construtivas e por fim, adotar a solução de melhor custo benefício, por meio de análises de custos e operações, especificando as aplicações mais indicadas, com base na análise bibliográfica realizada pode-se realizar uma análise de forma conceitual referente ao investimento necessário para cada tipo de laje, levando-se em consideração que os dados referentes a preço monetário são baseados em uma análise prática em um canteiro de obras, da mesma forma, pode contribuir para uma análise comparativa de valores orçamentais de cada aplicação Com procedimentos técnicos baseados por comparativos econômicos e construtivos por meio do levantamento em campo, busca-se especificar o uso quanto á aplicação, adotando critérios únicos.

**Palavras Chave:** Laje maciças. Laje treliçada. Vantagens e Desvantagens.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os estudos na construção civil vêm demonstrando que está evoluindo com o passar dos anos, com novos métodos de construção e uso de diferentes tipos de materiais, tendo melhores desempenhos e menor custo de produção, o concreto pré-moldado possui vertentes versáteis, como a economia, melhor desempenho estrutural, praticidade e durabilidade.

Cada vez mais a utilização de tal material é maior, por conta de seu processo de execução ser mais simples. A laje pré-moldada é uma opção eficiente e de baixo custo se comparada com a laje maciça, seu sistema é de fácil montagem, não exige mão de obra especializada é frequentemente usada para projetos residenciais de baixo custo permitindo economia de materiais e rapidez em sua construção, dispensa uso de fôrmas de madeira durante o processo construtivo garantindo rápida execução e pouco desperdício.

As estruturas que são realizadas utilizando o concreto pré-moldado são aquelas, cujo os elementos estruturais, como pilares, vigas, lajes e outros, são moldados resultando em aspectos como diferentes características de resistência, antes mesmo da sua integração ou posicionamento na edificação ou projeto. Por essa razão a combinação desses elementos resultando em peças com grande rigidez e aspecto de sustentação é também conhecida com estrutura pré-fabricada.

De forma objetiva é inteira relevância que analise e estudos criteriosos sobre as estruturas pré-fabricas sejam realizados como o maior teor critico, levando em consideração os custos na utilização de transportes, no cálculo relacionado as dimensões das peças, na determinação da melhor composição da estrutura para adequar as características da obra, realizar o levantamento de tempo de necessário para a execução (sempre contando com possíveis imprevistos), considerando as dimensões do ambiente no canteiro, levantamento dos equipamentos disponíveis, controle tecnológico, acabamento e qualidade das estruturas, visando sempre a segurança e a redução de custos desnecessários.

O objetivo desse trabalho compreende os diferentes custos e técnicas de construção das lajes tipo maciça e pré-moldada, por meio de análise comparativa, busca-se avaliar os critérios de especificação das lajes. Em seguida, pretende-se identificar as técnicas construtivas. E por fim, adotar a solução de melhor custo benefício, por meio de análises de custos e operações, especificando as aplicações mais indicadas.

Este estudo, trata noção de conhecimento sobre as diferenças dos dois tipos de processos construtivos, quanto às suas técnicas, estudos e decisão do seu uso a ser executado em obra.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. CONCRETO ARMADO**

O concreto armado é conhecido no setor de construção como um dos tipos de armação que faz uso de arranjos estrutural utilizando barras de aço em conjunto com o concreto, este que por sua vez é o que vai proporcionar a rigidez das estruturas possibilitando uma sustentação firme para a edificação. Vale argumentar sobre o concreto em si, para nível de conhecimento sobre a composição e de como ele proporciona essa rigidez. De forma geral o concreto por si só é basicamente uma mistura

de cimento, água, pedra e areia. Ao realizar a mistura de cimento com a água resulta em um material conhecido como pasta de cimento que também tem características de rigidez ao secar, entretanto, concreto possui características relativamente mais forte pois no seu preparo é utilizado a pasta de cimento juntamente com areia e seixo, quando esta passa pelo processo de secagem resulta em um material mais resistente (CRUZ, 2021).

Cruz (2021) ainda reforça que, a característica do concreto armado é a combinação de dois materiais, as ferragens (barras de aço) que vão atuar como base ou esqueleto de sustentação juntamente com o concreto que possibilitara uma proteção e reforço para a sustentação. Desta forma as ferragens têm como objetivo resistir aos esforços de tração e tornar a edificação mais resistente. Em razão da solidez apresentada pelo concreto armado, o mesmo proporciona uma capacidade de sustentar grandes estruturas com o uso de poucos pilares e vigas.

Para Pereira (2021) a utilização do concreto armado proporciona muitos benefícios para uma edificação, para isso, é importante que ao realizar a elaboração de um projeto estrutural para que o mesmo seja bem-sucedido, é indispensável a realização de uma análise aprofundada de todos os fatores no momento de determinar o tipo de estrutura, visando sempre a segurança, a redução de desperdícios, consequentemente evitando gastos desnecessários e adaptação técnica para cada projeto.

Pereira (2021) ainda reforça, todo projeto de maneira essencial todo e qualquer projeto que for elaborado deve ser projetado e acompanhado por engenheiros devidamente habilitados e capacitados, especializados em cálculo estrutural.

Os quais deverão de forma profissional dimensionar o diâmetro da seção transversal do aço a ser utilizado e os elementos que compõem a estrutura, como vigas, pilares, lajes, blocos, sapatas, etc. assim como determinar a resistência do concreto e o espaçamento entre as barras de aço.

Fascio (2021), argumenta sobre as vantagens e desvantagens que podem ser observadas quanto o uso do concreto armado, destacando que uma das principais vantagens está o fato de ele ser econômico, já que conta com matéria-prima com custo não muito alto, e da relativa rapidez na construção, apresenta uma elevada resistência à compressão em comparação aos outros materiais de construção, por ser um material que não necessita de equipamento ou tratamento especializado não exige mão de obra muito qualificada, apresenta uma durabilidade relativamente maior em comparação a outros sistemas de construção e apresenta uma alta resistência a fogo, tempo e desgastes mecânicos como vibrações e choques.

Ainda segundo Fascio (2021), comenta sobre as desvantagens relacionadas ao concreto armado, como o peso elevado e a dificuldade para realizar reformas e demolições tornando as mesmas trabalhosas e caras, seu processo necessita de fôrmas de madeira ou metálicas consequentemente aumentando os custos de execução, durante sua produção é gerados muitos resíduos e lixos de construção, o tempo de cura do material pode comprometer ou atrasar a execução dos demais serviços e outro fator que a resistência da composição do concreto pode ser comprometida caso a mistura não seja realizada corretamente ou no processo de cura do mesmo.

## 2.2. PRÉ-MOLDADO

Com a constante modernização no mercado de trabalho, as empresas estão sempre em busca de desenvolver ou adotar novas técnicas e ferramentas que proporcionem mais eficiência e eficácia para seus serviços, dessa forma obtendo vantagens econômicas e funcionais perante a concorrência, desta forma as empresas do setor de construção civil estão sempre em busca de novas tecnologias para otimizar o serviço com baixo custo. Perante esse cenário que se destaca os pré-moldados, considerado como um novo processo construtivo.

De forma geral esse processo consiste em realizar toda confecção, montagem e preparo dos componentes estruturais em um local diferente do ambiente de canteiro de obras, quando tais estruturas estiverem prontas para instalação, as mesmas são encaminhadas até o local onde serão, esse método proporciona agilidade e qualidade para os serviços (EL DEBS, 2017).

O concreto pré-moldado também conhecido como pré-fabricado é um dos tipos de material que mais cresce em relação a uso em construções e projetos estruturais, devido a sua fabricação que passa por um controle rigoroso de qualidade, pois cada estrutura é confeccionada propriamente com as características para o projeto (EL DEBS, 2017).

Ainda segundo o autor supracitado uma das principais diferenças presentes em moldes pré-moldados em comparação a outros materiais utilizados em construções convencionais é em relação a facilidade e praticidade de montagem da estrutura (Figura 1), enquanto, para serviços de construção tradicional como o concreto armado, o qual caracteriza-se como um processo mais artesanal que necessariamente requer mais mão de obra para sua execução e necessita de espaço na obra para preparar a mistura de forma correta, o pré-fabricado como característica já sai da fábrica pronto para ser instalado na obra, tornado dessa forma o processo mais rápido e eficiente. Outra característica relevante é sua capacidade reduzida em gerar resíduos ou lixos de construção em comparação com outros tipos de concreto o que minimiza as sujeiras no canteiro e redução de gastos.

Figura 1. Utilização e instalação de estrutura pré-moldada



Fonte: Edificar JR (2021)

Conforme é possível observa na Figura 1, a qual evidencia o conceito na prática relacionado a praticidade de se utilizar uma estrutura pré-moldada, fica claro as vantagens já abordadas no artigo. Vale ressaltar que apesar de apresentar uma facilidade de instalação relativamente maior em comparação com outros métodos, deve-se deixar uma ênfase que para a elaboração de tal estrutura é necessário profissionais qualificados para projetar de forma muito precisa, considerando diversos parâmetros como dimensionamento, formato, peso, conexão com outras partes, base de sustentação e espessura do molde. Afim de atender da melhor forma as características da edificação ou projeto.

### **2.3. LAJES**

As lajes são um dos tipos de estrutura que proporcionam uma variedade de aplicações referentes a sustentação e cobertura, as quais são muito comuns e utilizadas na área de construção, por essa razão, apresenta como uma das características de aplicabilidade transmitir uma determinada carga para as vigas de sustentação, e destas para os pilares, conseqüentemente a partir destes toda força é transmitida para as fundações. Estas lajes são materiais tridimensionais, ou seja, apresentam três dimensões variáveis, onde a sua espessura (H) é relativamente inferior em comparação com às suas outras duas dimensões, as quais são largura e comprimento, respectivamente L e C (ARAUJO, 2014).

As estruturas como lajes podem apresentar diversas características dependendo da finalidade e particularidade da edificação, sendo classificada quanto a sua natureza e o seu tipo de arranjo de apoio, entretanto, na maioria dos casos elas podem ser divididas em dois grupos, os quais são referentes ao processo de fabricação, como: lajes moldadas e lajes pré-moldadas, onde a pré-fabricação pode ser parcial ou total (DORNELES, 2014).

Como características adicionais as lajes apresentam características quanto sua finalidade de execução, podendo essas características serem classificadas como: isolamento acústico, isolamento térmico, deformações e maneira de transmissão das cargas para a estrutura (BRANDALISE; WESSLING, 2015).

### **2.4. LAJE TRELIÇADA**

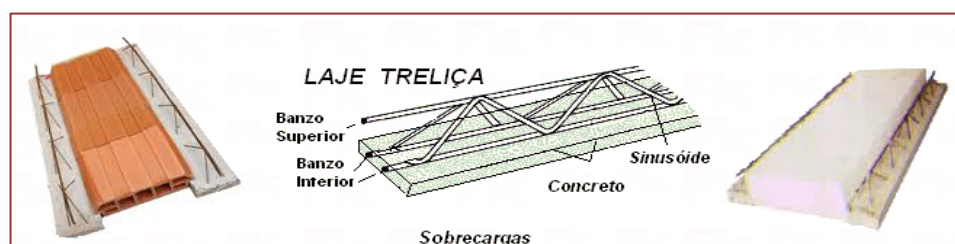
As lajes treliçadas são conhecidas também como estruturas de laje pré-moldada, apresentam uma combinação de vigotas de concreto armado já pré-fabricados com arranjos de aço organizados em formato de treliça, por essa razão se dá o nome de laje treliçada, essas mesmas estruturas treliçadas são fixadas a uma base de concreto para reforçar e proporcionar um maior apoio, entre as estruturas montadas apresenta um vão, o qual é preenchido com EPS ou cerâmica.

Lajes treliçadas são definidas como sendo constituídas por concreto estrutural, projetadas e produzidas de forma industrial, em ambiente controlado e distinto do local de utilização definitivo da estrutura ou mesmo em canteiros de obra, passam por rigorosas condições de controle de qualidade, bem como envolvem total ou parcialmente a armadura inferior de tração, integrando parcialmente a seção de concreto da nervura longitudinal (NBR 14859-1, 2016).

Vale ressaltar que a norma brasileira reforça que as atividades que envolvem a elaboração de lajes treliçadas deve ser realizada por profissionais especializados. Para esse caso, o engenheiro civil deve apresentar todas as variáveis necessárias para a preparação e instalação das lajes bem como projetar levando em consideração a carga a ser suportada, com a finalidade de estruturar o melhor arranjo das treliças para atender de forma eficiente o projeto.

De forma geral as lajes treliçadas são muito utilizadas em diversos serviços de construção, caracterizada principalmente pela praticidade de montagem. Dessa forma as vigotas pré-moldadas apresentam como característica principal a sustentação de toda a estrutura, as quais devem ser dimensionadas com a finalidade de atender as especificações de cada edificação ou projeto, procurando também atender as exigências apresentadas pelas normas vigentes relacionadas a construção, mais especificamente as que abrangem treliças e métodos estruturais (SILVA, 2012), o arranjo de uma laje treliçada pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2. Ilustração de esquema de lajes treliçadas



Fonte: FK comércio (2019)

O sistema de lajes pré-fabricadas tem como característica o baixo custo de materiais durante a fase de montagem devido os elementos industrializados utilizados. O sistema ainda apresenta uma grande versatilidade nas suas aplicações em pavimentos. Em edificações residenciais e comerciais, onde os vãos são pequenos ou médios, estas lajes resultam em arranjos considerados simples, sendo soluções econômicas, seguras, de simples construção e cujo desempenho estrutural e satisfatório (SILVA, 2012).

Em geral, as lajes nervuradas exigem uma espessura total de altura em cerca de 50% superior à que seria para as lajes maciças. Entretanto, o peso próprio da laje nervurada é inferior ao da laje maciça, resultando em uma solução mais econômica para vãos acima de 8 metros (PEREIRA, 2020).

As estruturas com preenchimento de material inerte diminuem a necessidade de apoios e de formas, apresentam maior facilidade de execução, reduzindo o custo da estrutura, que uma vez posicionadas produzem uma plataforma de trabalho mais segura, podendo ser reforçadas com armadura adicional as lajes com maiores solicitações, reduzindo o tempo de execução das lajes. Entretanto, o custo é aumentado quando não devidamente planejado e compatibilizado com os demais métodos construtivos, a necessidade de reservar uma área no canteiro para estocagem dos elementos pré-fabricados e a limitação de transporte, apresentam valores de deslocamentos maiores que em lajes maciças (FERREIRA, 2015).

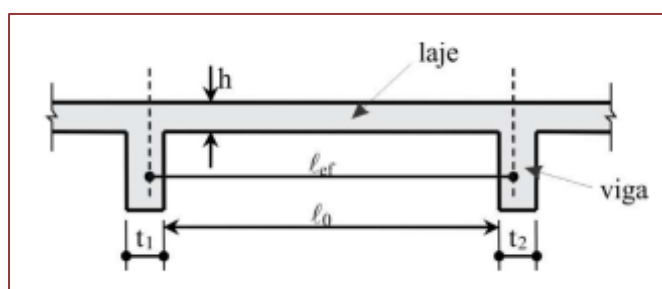
## 2.5. LAJES MACIÇAS

As lajes maciças moldadas *in loco* (concreto armado), de forma direta são as mais utilizadas e empregadas na construção civil, devido a sua facilidade no método de cálculo assim como no processo de execução da mesma. Sendo ela mais utilizada quando não há necessidade de vencer grandes vãos em decorrência do seu grande consumo de concreto e elevado peso próprio (CAIO, 2014).

Bastos (2021), afirma que os modelos mais usuais de lajes maciças de concreto armada são: lajes maciças simples, lajes tipo cogumelo, lajes mistas, lajes nervuradas e lajes de fundação. Os apoios encontrados nas lajes podem ser constituídos por vigas ou por alvenarias, sendo este o tipo de laje predominante nos edifícios residenciais onde os vãos são pequenos.

As lajes maciças são utilizadas nos pisos dos edifícios de concreto armado, porém, quando projetadas para grandes vãos, demandam espessuras grandes que a maior parte do carregamento passa a ser constituído por seu próprio peso, o que não torna essa solução viável, tratando de volume e valor a ser aplicado na construção. As características de laje maciça com espessura uniforme podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3. Representação de lajes Maciça



Fonte: Estruturas (2021)

Dorneles (2014), aborda sobre algumas vantagens e desvantagens relacionados a esse tipo de arranjo, sendo como vantagem o elevado número de vigas que acaba por definir entradas, que proporcionam a propriedade de chapa e auxilia o processo de contraventamento, possui desempenho satisfatório na redistribuição de esforços e a não necessidade de mão-de-obra qualificada devido a sua simplicidade, em oposição apresenta como desvantagem o elevado consumo de concreto, usado de forma geral, o elevado peso próprio que provoca maiores reações, elevado gasto de fôrmas, elevada propagação de ruídos entre pavimentos e elevados custos em comparação a lajes com preenchimentos de materiais alternativos.

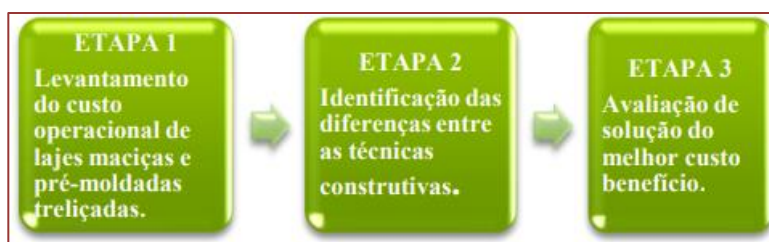
A execução deste tipo de laje pode ser dividida em algumas etapas, partindo da confecção da forma de madeira e escoras, depois a colocação das armaduras e a instalação de caixas, tubos e eletrodutos, após essas etapas o concreto é preparado, lançado, adensado, cumprido o modo e o tempo de cura estabelecido também pela norma, e assim, por fim, são retiradas as fôrmas e escoras.



### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Em termos de procedimentos metodológicos, esta pesquisa se classifica como: análise comparativa. Os procedimentos técnicos foram baseados por meio de comparativos econômicos e construtivos, explorando os levantamos em campo, quanto a sua especificação de uso e aplicação. A seguir são apresentadas as etapas do trabalho na figura 4.

Figura 4: Fluxograma de Etapas de Planejamento



Fonte: Autoria própria (2021)

Levantamento do custo operacional de lajes maciças e pré-moldadas treliçadas: na primeira etapa pretende-se levantar os custos operacionais de lajes maciças e pré-moldadas treliçada com base nos custos unitários. Para isso, por meio de análise comparativa, pode-se identificar os critérios de especificação de cada.

Identificação das diferenças entre as técnicas construtivas: por seguinte, nesta etapa procura-se demonstrar as diferenças técnicas construtivas por meio de observações em campo e estabelecer os critérios específicos de aplicação dos dois tipos de laje.

Avaliação de solução do melhor custo-benefício: por fim, esta etapa tende-se relacionar quanto o melhor custo-benefício, observando os custos e operações e especificar de modo versátil as aplicações mais indicadas.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise bibliográfica realizada pode-se realizar uma análise de forma conceitual referente ao investimento necessário para cada tipo de laje, levando-se em consideração que os dados referentes a preço monetário são baseados em uma análise prática em um canteiro de obras, da mesma forma, pode contribuir para uma análise comparativa de valores orçamentais de cada aplicação (SOUZA, 2016). Vale ressaltar que será considerado uma pesquisa de campo realizada por outro autor que considerou os dois tipos de laje para a respectiva obra.

Primeiramente, é realizado a cotação em três fornecedores e obtém a média de cada bitola de aço que é utilizado em projetos de construção, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5. Representação de cotação de preço de aço.

AÇO	BITOLA (MM)	LOJA I	LOJA II	LOJA III	MÉDIA
		PREÇO (RS)	PREÇO (RS)	PREÇO (RS)	PREÇO (RS)
60B	5	10,37	10,00	8,70	9,69
50A	6.3	15,16	15,00	12,00	14,05
50A	8	23,91	22,00	19,50	21,80
50A	10	35,66	33,00	29,50	32,72
50A	12.5	54,13	48,00	45,00	49,04
50A	16	88,67	82,00	73,00	81,22

Fonte: Falcão (2020)

Com base na Figura 5, pode-se observar claramente que levando em consideração a classificação de aço juntamente com a espessura de bitola, a variação de preço é significativa, neste caso o fornecedor 3 possui o valor mais econômico nessa pesquisa, o mesmo foi considerado por Falcão (2020), para análise de investimento.

Após a verificação de valores do aço, foi realizada a análise de orçamento do metro cúbico do concreto para cada tipo de laje, que poderia ser utilizado para obra, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6. Ilustração de cotação de concreto

LOJAS	PREÇO (RS)
Concreteira I	330,00
Concreteira II	310,00
Concreteira III	350,00
<b>MÉDIA</b>	<b>330</b>

Fonte: Falcão (2020)

Como pode ser observado as concreteiras utilizadas para análise não apresentaram grande variação, levando em consideração que a amostragem foi pequena em comparação com a pesquisa do aço. Para tal, afim de considerar o valor real de orçamento Falcão (2020), considera a média de preços para aplicação do projeto, nesse caso R\$ 330,00 (trezentos e trinta reais) o metro cubico de concreto.

Após a realização da pesquisa de preços dos matérias necessário foi realizado a comparação de preço entre os dois tipos de laje com suas respectivas quantidades de cada material orçado, devidamente representado na Figura 7 e Figura 8, respectivamente.

Figura 7. Representação de orçamento para laje maciça

Preço da laje maciça				
AÇO	BITOLA (mm)	QTD. DE BARRAS	PREÇO BARRA (RS)	PREÇO TOTAL (RS)
60B	5	238	9,69	2.306,22
50A	6.3	53	14,05	744,65
50A	8	107	21,80	2.332,60
<b>Total (RS)</b>				<b>5.383,47</b>

Preço do concreto laje maciça		
Volume de concreto (m3)	Preço m3 (RS)	Preço Total (RS)
46	330	15.180,00

Fonte: Falcão (2020)

Segundo Falcão (2020), foram necessárias as quantidades de barras de aço e concreto para execução da laje do projeto, caracterizando como laje maciça. De forma geral é possível verificar que o valor de investimento total foi de R\$ 20.563,47 reais.

Figura 8. Representação de orçamento para laje treliçada

AÇO	BITOLA (mm)	QTD. DE BARRAS	PREÇO BARRA (RS)	PREÇO TOTAL (RS)
60B	5	25	9,69	242,25
50A	6.3	92	14,05	1.292,6
50A	8	43	21,80	937,4
50A	10	82	32,72	2.683,04
50A	12.5	24	49,04	1.176,96
50A	16	14	81,22	1.137,08
<b>Total (RS)</b>				<b>7.469,33</b>

Volume de concreto (m3)	Preço m3 (RS)	Preço Total (RS)
31	330	10.230,00

Fonte: Falcão (2020)

Após uma breve análise da Figura 8, observa-se que para a laje treliçada apresenta a utilização de maior quantidade de aço com variação de espessura, em comparação com a laje maciça, resultando dessa forma um maior gasto, na Figura 8 é mostrado que foi investido um valor de R\$ 7.469,33 reais em aço. Entretanto quando é analisado os dados de concreto utilizado pode-se observar que o valor é significativamente mais baixo em relação ao necessário com a laje maciça, sendo necessário investir um valor de R\$ 10.230,00 reais em concreto.

De modo geral, é possível concluir que o investimento total de R\$ 17.699,33 reais com materiais para laje treliçada apresentou uma diferença de R\$ 2.085,83 reais em comparação com a laje maciça.

## 5. CONCLUSÃO

A respeito dos dados apresentados e analisados no presente artigo, é conclusivo as diferentes aplicabilidades envolvendo o uso das lajes maciças e treliçadas, demonstrando dessa forma a necessidade de verificação mais detalhada de toda parte do orçamento de materiais necessários para execução dos dois modelos abordados de lajes para que, quando constatados poderão ser utilizados como base para futuras construções, auxiliando nas decisões dos profissionais responsáveis pela execução de uma determinada obra, bem como salientar na hora do projetista determinar qual tipo de laje considerar na elaboração do projeto.

Pode-se observar a necessidade de um maior investimento na utilização de lajes maciças. Em razão disso e com base nos resultados obtidos, foi constatado através de uma análise já aplicada em campo que a laje maciça tem um custo mais elevado em relação a laje treliçada quando são comparados os levantamentos referentes somente a lajes. Outra característica a ser comentada, mas que não foi evidenciada nos resultados, mas apresentado de forma teórica é em relação ao tempo necessário para realizar ambos os tipos de lajes, permitindo dessa forma uma possível oportunidade para pesquisa futura desse gasto de forma prática.

Considerando-se que, mesmo tendo conhecimento que os aspectos específicos, funcionalidade do processo de fabricação dos pilares e vigas influenciam no valor final da obra, o assunto contempla uma análise referente a viabilidade de produção para a execução de lajes, podendo concluir-se que a utilização da laje treliçada proporciona menor custo de serviço.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14859-1: Laje pré-fabricada – requisitos parte 1: Lajes unidirecionais. Rio de Janeiro – RJ. Janeiro 2016. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.
- [2] ARAÚJO, J. M. Curso de Concreto Armado. v.2. Rio Grande: Editora Dunas, 4. ed., 2014 (obra completa em 4 volumes).
- [3] BASTOS, Paulo Sérgio. 2117 - Estruturas de concreto i lajes de concreto armado. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA UNESP – Bauru/SP Departamento de Engenharia Civil. 2021. Disponível em: [www.feb.unesp.br/pbastos](http://www.feb.unesp.br/pbastos). Acesso em: 25 de novembro. de 2021
- [4] BRANDALISE, Guilherme Meurer; WESSLING, Luan Ives. Estudo comparativo de custo entre laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil. 2015. 103p. TCC – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.
- [5] CAIO, Felipe. Análise comparativa entre sistemas estruturais de lajes maciças e nervuradas treliçadas. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso.
- [6] CRUZ, Talita. Concreto Armado: Entenda Quando é a Melhor Escolha Para o Projeto. 2021. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/concreto-armado/>. Acesso em: 23 de novembro de 2021.
- [7] DORNELES, D. M. Lajes na construção civil brasileira: estudo de caso em edifício residencial em Santa Maria – RS. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 77 p., 2014.
- [8] FASCIO, Antônio. Planejamento de Obras: Vantagens das estruturas de concreto armado. Papo de Engenheiro. Rio de Janeiro – RJ. 2021. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/>.

Acesso em: 26 de novembro de 2021.

[9] PEREIRA, Caio. O que é Concreto Armado? Escola Engenharia. 2021. Disponível em: [www.escolaengenharia.com.br/concreto-armado/](http://www.escolaengenharia.com.br/concreto-armado/). Acesso em: 22 de novembro de 2021.

[10] Pereira, Breno Francisco. Estudo comparativo do ponto de vista estrutural e econômico, relacionado ao emprego de lajes maciças e pré-moldadas do tipo treliçada com aplicação voltada para o projeto de um edifício comercial. BS thesis. 2020.

[11] SILVA, B. R. Contribuições à análise estrutural de lajes pré-fabricadas com vigotas treliçadas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.

[12] EL DEBS, Mounir Khalil. Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações /Mounir Khalil El Debs. -- 2. ed. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

[13] SOUZA, C. G. S; LOPES, R. C. Estudo comparativo entre laje maciça convencional e lajes nervuradas. 2016.

# Capítulo 8

## *Propriedades de pavimentos asfálticos com pneus inservíveis*

*Jardel Campos dos Santos*

**Resumo:** A borracha oriunda de pneus inservíveis tem-se mostrado com grande potencial para uso em misturas asfálticas por incorporação, desempenhando importantes contribuições na melhoria de suas propriedades. Entre os usos destaca-se o desenvolvimento de tecnologias que utilize a borracha como matéria-prima modificadora dos asfaltos convencionais e que gere benefício para o ligante. Nesse contexto, o objetivo geral deste artigo é estabelecer os parâmetros das propriedades físicas e mecânicas dos pneus inservíveis para o uso em pavimento asfáltico. Esse objetivo foi alcançado por meio de revisão bibliográfica sistemática, levantando dados de propriedades físicas e mecânicas de pavimentos com pneus, avaliando o desempenho e caracterizando os níveis de aceitação dos parâmetros de pavimentos com pneus em conformidade com a Norma DNIT 111/2009. Foi possível relacionar as propriedades físicas e mecânicas dos pneus inservíveis para o uso em pavimento asfáltico pois foi realizada a caracterização dos níveis de aceitação dos parâmetros e identificação dos requisitos para a aplicação do material.

**Palavras-chave:** Pneu irreversível. Pavimentação. Pavimentação asfáltica.

## 1. INTRODUÇÃO

A reciclagem de resíduos industriais tornou-se essencial já que o consumo de produtos aumenta à medida que a população cresce. Hoje, as pessoas estão muito preocupadas com a necessidade de proteger o meio ambiente, reduzir o consumo de energia e reduzir o custo de fabricação de novos produtos. Isso porque existe um movimento forte e as pessoas estão muito empenhadas em encontrar a utilização de materiais que são descartados de forma inadequada no meio ambiente para se alcançar a produção sustentável de algum produto.

Os chamados resíduos sólidos são uma das principais causas de impacto ambiental e os pneus usados são uma delas. Quando pneus usados perdem suas condições de uso em carros e não podem ser remanufaturados, eles são considerados um resíduo perigoso e indesejável, pois não são biodegradáveis e, portanto, tornou-se um agravante de um problema mundial à medida que a quantidade de seu descarte aumenta a cada ano, resultando em sérios problemas ambientais, econômicos e sociais.

A borracha oriunda de pneus inservíveis tem-se mostrado com grande potencial para uso em misturas asfálticas por incorporamento, desempenhando importantes contribuições na melhoria de suas propriedades. Entre os usos destaca-se o desenvolvimento de tecnologias que utilize a borracha como matéria-prima modificadora dos asfaltos convencionais e que gere benefício para o ligante.

Nesse contexto, o objetivo geral deste artigo é estabelecer os parâmetros das propriedades físicas e mecânicas dos pneus inservíveis para o uso em pavimento asfáltico, por meio de revisão bibliográfica sistemática.

Este estudo é importante para o meio científico, pois demonstra a importância do estudo para a incorporação deste resíduo na construção civil. O seu emprego pode colaborar com problemas ambientais e de saúde pública, além de apresentar uma alternativa para futuros profissionais na utilização deste resíduo.

Portanto, neste estudo foi abordado sobre a definição de pavimentos, pneus inservíveis, misturas asfálticas modificadas com borracha, também foram abordados os métodos de incorporação da borracha, interação entre o asfalto e a borracha, definição de agregados e as propriedades mecânicas das misturas modificadas com borracha.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. DEFINIÇÃO DE PNEU INSERVÍVEL

Um pneu, é uma bexiga de borracha cheia de ar e fixada no aro do veículo, que permite a tração do veículo e absorvendo os choques com o solo sobre o qual o veículo trafega (SANTOS, 2012).

Para Santos (2012), O processo de fabricação do pneu começa com uma seleção de diferentes tipos de borracha junto com óleos especiais, carbono negro, pigmentos, antioxidantes, silicone e outros aditivos que serão combinados para atingir as propriedades desejadas. Diferentes misturas são usadas para diferentes partes do pneu. Cada parte do pneu é composto por materiais diferentes que garantem o seu funcionamento.

Dentre estes materiais incluem-se: a estrutura em aço, náilon, fibra de aramida, rayon, fibra de vidro e/ou poliéster; borrachas naturais e sintéticas, incorporando, também, centenas de tipos diferentes de polímeros; reforçadores químicos, como carbono, sílica e resinas; antidegradantes (ceras de parafina antioxidantes e inibidoras da ação do gás ozônio); promotores de adesão (sais de cobalto, banhos metálicos nos arames e resinas); agentes de cura (aceleradores de cura, ativadores, enxofre) e, produtos auxiliares no processamento dos pneus, como óleos (PIRELLI BRASIL, 2006).

Milhões de pneus são jogados fora cada ano no Brasil, com espaço insuficiente em aterros sanitários acabam sendo abandonados em lotes vazios, o que pode causar problemas ambientais, de saúde e economia (BERTOLLO *et al.*, 2002).

Os pneus inservíveis correspondem aos pneus usados que não podem mais reaproveitados por meio de reformas, por apresentarem danos irreversíveis em sua estrutura. Apesar de serem classificados como resíduos inertes, os pneus inservíveis se tornam prejudiciais ao meio ambiente por não serem biodegradáveis, levando vários anos para se decompor. Além disso, devido ao alto volume e a poluição que geram ao serem queimados se tornam materiais de difícil descarte.

Portanto, diversas alternativas para a destinação correta de pneus usados têm sido investigadas, além de obrigatórias no Brasil, em consonância com o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (Resoluções 23, 235, 258 e 416) e Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010a e 2010b).

Devido ao passivo ambiental que representam e à necessidade dos produtores de dar uma destinação adequada aos pneus inservíveis, faz com que a utilização desse material como fonte alternativa de matéria-prima em processos construtivos se torne um caminho viável para sua destinação.

## 2.2. MÉTODOS DE INCORPORAÇÃO DA BORRACHA

A tecnologia de reciclagem de borracha de pneu começa pela retificação do pneu para separar o aço e o náilon presentes em suas peças, pois, somente a borracha triturada pode ser reaproveitada.

A obtenção de borracha de resíduos de pneus pode ser realizada por britagem em temperatura normal, na qual os pneus são esmagados em temperatura ambiente usando uma peletizadora e moinho; ou por meio de um processo de baixa temperatura, os pneus são expostos a temperaturas negativas abaixo de  $-120^{\circ}\text{C}$  (baixa temperatura refrigeração). A pesquisa de Thives *et al.* (2011) mostrou que a borracha obtida por meio de processos ecologicamente corretos tem um tamanho de partícula menor e uma área superficial específica maior do que a borracha de baixa temperatura.

Após a obtenção, a borracha pode ser incorporada às misturas asfálticas por meio de dois processos: úmido e seco.

No processo seco, as partículas de borracha são adicionadas aos agregados minerais pré-aquecidos antes da adição do ligante asfáltico, dando origem ao produto conhecido como agregado-borracha. A borracha, geralmente em proporções de 1 a 3% em peso do agregado total da mistura pode ser aplicada em misturas de granulometria do tipo *gap graded* (descontínua densa), *dense graded* (contínua densa) e *open graded* (descontínua aberta) (PRESTI, 2013).



No processo úmido, a borracha é misturada com o ligante asfáltico quente para produzir um aglutinante, chamado de asfalto-borracha. Huayang yu *et al.* (2018) afirmam que o asfalto-borracha é um ligante asfáltico modificado com no mínimo 15% de borracha em relação ao peso total de asfalto.

### 2.3. CARACTERIZAÇÕES DO ASFALTO COM BORRACHA DE PNEU

A pavimentação asfáltica com asfalto borracha de pneus usados é uma das áreas mais estudadas e considerada uma alternativa em potencial para enfrentar o problema ambiental causados por pneus usados descartados indevidamente. Esse fato se deve basicamente a dois fatores: a possibilidade de utilização em larga escala de grande quantidade de pneus usados e a melhoria das propriedades técnicas da massa asfáltica (SPECHT, 2004).

O asfalto borracho usado para pavimentação asfáltica é o asfalto modificado a partir do pó de borracha do pneu. Além de ser uma forma nobre de descartar pneus usados e solucionar grandes problemas ecológicos, o uso de borracha de pneu moída no asfalto melhora muito o desempenho do revestimento asfáltico (PETROBRAS, 2016).

Pesquisas avaliam que adicionar borracha de resíduos de pneus a pavimentos de asfalto pode melhorar sua durabilidade e qualidade em comparação com os pavimentos tradicionais, proporcionando assim as melhores condições de vida útil (LINTZ e SEYDELL, 2009).

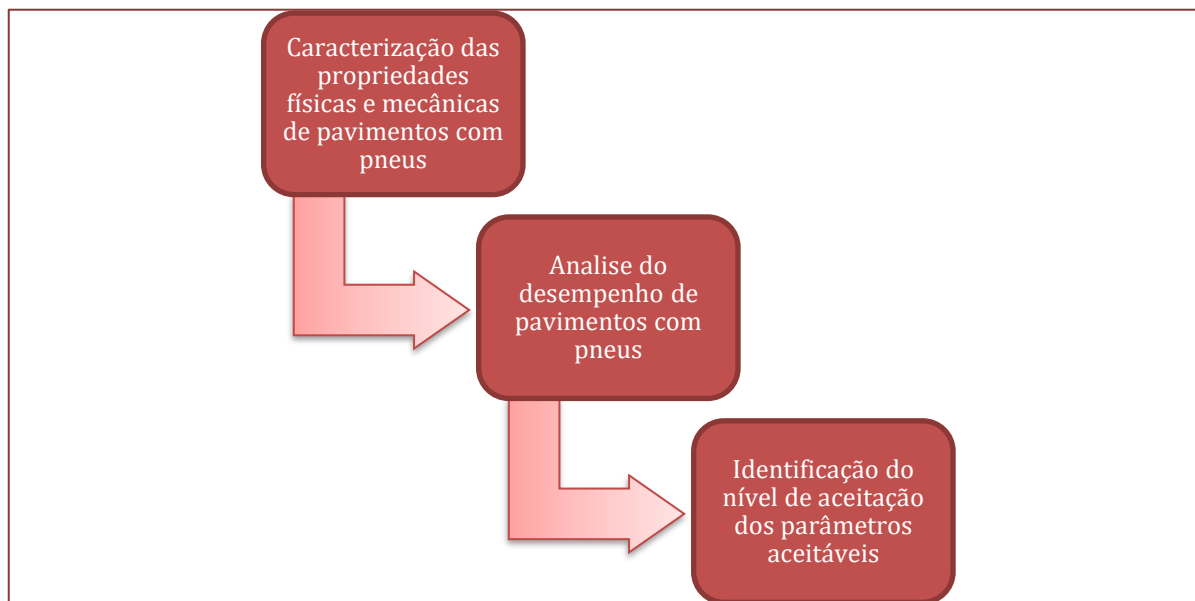
A camada asfáltica é impermeável e sua característica principal é assumir diretamente a ação de um veículo rodante. Pinto e Preussler (2002) caracterizaram que é um elemento importante no projeto, destinado a suportar cargas excessivas de tráfego, diminuir a infiltração de umidade no pavimento, proteção ao movimento do veículo e proteção suaves ao movimento.

Do ponto de vista ecológico, o asfalto produzido com borracha recuperada é uma das melhores alternativas para a destinação de resíduos de pneus, pois, contribui para a proteção do meio ambiente e melhora a durabilidade dos pavimentos asfálticos (MORILHA *et al.*, 2007).

## 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa é caracterizada por uma pesquisa exploratória baseada na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) ou Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A pesquisa será realizada em uma série de etapas, ordenadamente organizadas, e visa realizar uma pesquisa com o tema proposto a fim de processar grandes quantidades de dados e revelar a situação dos sujeitos da pesquisa, e obter informações acerca de comunidades de prática em organizações. As etapas da pesquisa estão representadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021)

### **3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE PAVIMENTOS COM PNEUS**

A partir da análise de artigos científicos, foi feito um levantamento de dados caracterizando o desempenho desse material.

### **3.2. ANÁLISE DO DESEMPENHO DE PAVIMENTOS COM PNEUS**

A partir de análises estatísticas em conformidade com a Norma DNIT 111/2009, foi analisado os parâmetros de pavimentos com pneus.

### **3.3. IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ACEITAÇÃO DOS PARÂMETROS ACEITÁVEIS**

Em conformidade com a Norma DNIT 111/2009, por meio análise dos parâmetros aceitáveis, foi identificado os requisitos para a aplicação do material caracterizando os níveis de aceitação dos parâmetros.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE PAVIMENTOS COM PNEUS

Tabela 1. Misturas de pavimentos encontradas na literatura.

Características	Faixa (publicação)	MR (MPa)	RT (Mpa)	MR/RT
<b>Concreto asfáltico – Cap 30/45</b> <b>Concreto asfáltico – Cap 50/60</b> <b>Concreto asfáltico – Cap 85/100</b>	Faixa C (SOARES <i>et al</i> , 2000)	3.628 3.033 1.488	1,09 0,89 0,44	3.346 3.425 3.376
<b>Concreto asfáltico – Cap 30/45</b> <b>Concreto asfáltico – Cap 50/60</b> <b>Concreto asfáltico – Cap 85/100</b>	Faixa B (SOARES <i>et al</i> , 2000)	5.105 4.425 1.654	0,82 0,73 0,21	6.201 6.062 7.775
<b>Mistura densas (moldadas em usinas)</b> <b>Concreto asfáltico 1</b> <b>Concreto asfáltico 2</b> <b>AAUQ1</b> <b>AAUQ2</b>	Faixa C (REDE ASFALTO, 2005)	2.651 2.297 1.825 1.683	0,85 0,67 0,52 0,72	3.119 3.428 3.510 2.338
<b>Mistura densas (moldadas em laboratório)</b> <b>Concreto asfáltico 1</b> <b>Concreto asfáltico 2</b> <b>AAUQ1</b> <b>AAUQ2</b>	Faixa C (REDE ASFALTO, 2005)	3.609 3.026 1.786 1.682	1,26 1,23 1,02 0,81	2.864 2.460 1.751 2.077
<b>SMA – 12,5 mm</b> <b>SMA – 9,5 mm</b>	(VASCONCELOS, 2004)	4.747 3.367	0,98 0,82	4.844 4.106
<b>Concreto asfáltico de referência</b> <b>Com 0% fresado</b> <b>Com 10% fresado</b> <b>Com 30% fresado</b> <b>Com 50% fresado</b>	Faixa C (LIMA, 2005)	3.200 4.776 7.524 8.901	1,2 1,3 1,3 1,6	2.667 3.674 5.787 5.663
<b>Concreto asfáltico de referência</b> <b>Asfalto-borracha (úmido)</b> <b>Agregado-borracha (seco)</b>	Faixa C (PINHEIRO, 2005)	3.647 2.393 2.452	0,97 0,50 0,80	3.760 4.786 3.065
<b>Concreto de referência (0%)</b> <b>C1 (10%)</b> <b>C3 (20%)</b> <b>C3 (30%)</b> <b>C4 (40%)</b>	(SEYDELL; LINTZ, 2009)	- - - -	- 0,72 0,48 0,43 0,23	- - - -

Fonte: Autoria própria (2021)

Os valores médios de módulos de resiliência de diferentes misturas asfálticas já investigadas no país são apresentados na Tabela 1. Outro parâmetro que consta na tabela é a resistência à tração estática. Os valores são dados em MPa e a 25 °C. Na última coluna apresenta-se a razão entre esses parâmetros, que vem sendo usada como um indicador da vida de fadiga de misturas uma vez que agrega informações de rigidez e resistência, sendo mais desejável um valor pequeno da razão, dado que com frequência

busca-se (i) baixa rigidez para evitar elevada absorção de tensões que levem ao trincamento prematuro do revestimento, e (ii) alta resistência à tração, uma vez que em geral uma maior resistência na ruptura é também associada a uma maior resistência à fadiga. A tabela em questão apresenta dados de misturas convencionais densas com diferentes CAPs, concretos asfálticos e AAUQs moldados tanto em usina como em laboratório, misturas com material fresado, misturas em asfalto-borracha – processos seco e úmido, misturas com escória de aciaria, misturas com agregados convencionais e granulometrias descontínuas. Misturas de módulo elevado podem apresentar MR em média na faixa de 12.000 a 20.000MPa, e destinam-se exclusivamente à camada de base, caracterizando o comportamento da estrutura como um pavimento semi-rígido do ponto de vista de deformabilidade (BERNUCCI *et al.* 2006).

Seydell e Lintz (2009) fizeram uma relação que mostra as perdas de resistência dos concretos com borracha em relação ao concreto de referência.

Tabela 2. Percentagem de resistência em relação ao concreto de referência CR.

Concreto	Resistência à compressão média		Resistência a tração por compressão diametral		Resistência a tração na flexão	
	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias	7 dias	28 dias
CR (0%)	51,70 (Mpa)	54,20 (Mpa)	3,30 (Mpa)	4,60 (Mpa)	6,45 (Mpa)	7,07 (Mpa)
C1 (10%)	51,7 (%)	58,6 (%)	76,9 (%)	73,7 (%)	79,0 (%)	72,8 (%)
C2 (10%)	35,4 (%)	42,6 (%)	62,1 (%)	45,8 (%)	52,2 (%)	48,0 (%)
C3 (10%)	31,7 (%)	39,1 (%)	46,6 (%)	45,6 (%)	47,6 (%)	43,8 (%)
C4 (10%)	9,5 (%)	11,0 (%)	30,3 (%)	26,5 (%)	24,9 (%)	23,2 (%)

Fonte: Adaptado de Seydell e Lintz (2009).

Analisando a perda média de resistência à compressão aos 7 dias de idade, parece que a resistência média à compressão das misturas C1, C2, C3 e C4 correspondem a 51,7%, 35,4%, 31,7% e 9,5% dos valores obtidos, respectivamente. Esta propriedade é um concreto de referência. Verificou-se também que as resistências das misturas C2 (20%) e C3 (30%) são semelhantes e, para substituições acima de 30%, a queda das resistências torna-se mais pronunciada, como mostrado para a mistura C4 (SEYDELL; LINTZ, 2009).

Comparando os valores de resistência à tração, observa-se que os valores de resistência à tração à flexão das misturas C1, C2, C3 e C4 são menores que a compressão radial em relação à mistura de referência (CR). Esses resultados foram confirmados na literatura, onde o concreto de borracha tende a absorver mais energia para a resistência à tração à flexão (MENEQUINI; PAULON, 2003; ACETTI; PINHEIRO, 2000; CÉSAR *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2006; MOSCA *et al.*; PEOPLE, 2005).

Para percentagens acima de 30%, há uma queda de 90,5% da resistência em relação à mistura sem adição de borracha que foi indicado a partir das misturas de 20% e 30% de resíduos que tem resistência a compressão média (SEYDELL; LINTZ, 2009).

Para a resistência à tração, a substituição de 30% do agregado por borracha apresentou redução tanto na resistência à tração à compressão radial quanto à tração à flexão, cerca de 55% de redução em relação à mistura de referência (SEYDELL; LINTZ, 2009).

#### 4.2. ANALISE DO DESEMPENHO DE PAVIMENTOS COM PNEUS

A seguir são apresentados os resultados obtidos em pesquisas da literatura, podendo ser visualizados na tabela 3. As discussões são exclusivamente com base nas informações apresentadas pelo autor Pereira, *et al.* (2012).

Tabela 3. Especificação dos tipos de superfícies encontradas em rodovias de PE

Rodovia	Mancha de Areia		Pêndulo Britânico		IFI	Drenabilidade (l/s)
	HS (mm)	Classificação	BNP	Classificação	Classificação	
BR-101 (PE)	0,604±0,25	Dentro da amostragem foram encontrados padrões: F, M, MeF, MeG, G e M	47,08±5,61	Dentro da amostragem foram encontrados padrões: MR, IR e L	Trechos classificados entre: Muito Ruim, Ruim, Regular, Bom e Muito Bom. Sendo mais de metade classificado como acima de bom.	0,194±0,14
BR-232 (PE)	0,487±0,41	Dentro da amostragem foram encontrados padrões: F, M, MeF, MF e MG	51,23±5,61	Dentro da amostragem foram encontrados padrões: MR, IR e R	Trechos classificados entre: Muito Ruim, Ruim, Regular, Bom e Muito Bom. Sendo mais de metade classificado como ruim ou muito ruim.	0,098±0,14
BR-230 (PE)	0,401±0,13	Dentro da amostragem foram encontrados padrões: F, M e MeF	53,8±4,97	Dentro da amostragem foram encontrados padrões: MR e R	Trechos classificados entre: Muito Ruim, Ruim, Regular, Bom e Muito Bom. Sendo mais de metade classificado como regular, ruim ou muito ruim.	0,058±0,03

Fonte: Adaptado de Pereira, et al. (2012).

Informações importantes sobre as condições da estrada relacionadas à aderência dos pneus à estrada podem ser obtidas. De acordo com o manual de reparo asfáltico do DNIT (2006), devem ser identificados trechos de estradas com baixos valores de adesão e/ou altos índices de acidentes. Portanto, o HS, FRS e IFI adotaram valores-limite. Para DNIT, o valor permitido é de 0,6mm a 1,2mm para HS e antiderrapante, medido pelo pêndulo britânico, igual ou superior a 55. Em relação ao valor de IFI, Aps (2006) indicou que F60 deveria ser pelo menos igual a 0,15 para o piso usado e pelo menos 0,22 para o piso novo (PEREIRA *et al.*, 2012).

Ao analisar a Tabela 3, pode-se verificar que 27 dos 36 pontos analisados estão abaixo do mínimo exigido pelo DNIT para HS, ou seja, 75% dos pontos de teste estão abaixo do limite mínimo de medição de textura, e dois pontos representam valores acima do mínimo recomendado (0,6 mm). A rodovia de pior desempenho relacionada ao padrão HS é a BR 230 da Paraíba (aproximadamente 92% dos pontos de análise estão abaixo do mínimo), enquanto a rodovia de melhor desempenho é a BR 101 de

Pernambuco (aproximadamente 42% dos pontos de análise estão acima do mínimo) (PEREIRA *et al.*, 2012).

Os valores encontrados em testes de pêndulo no Reino Unido mostraram que 28 dos 36 pontos analisados estavam abaixo do limite mínimo de segurança recomendado pelo DNIT, ou seja, cerca de 78% dos pontos resultaram em resultado abaixo do limite mínimo de segurança exigido. Fricção de medição de estrada (55 BPN). A rodovia com pior desempenho neste caso foi a BR 101 em Pernambuco, com todos os valores de atrito abaixo de 55 BPN. O melhor desempenho é a BR 230 na Paraíba (PEREIRA *et al.*, 2012).

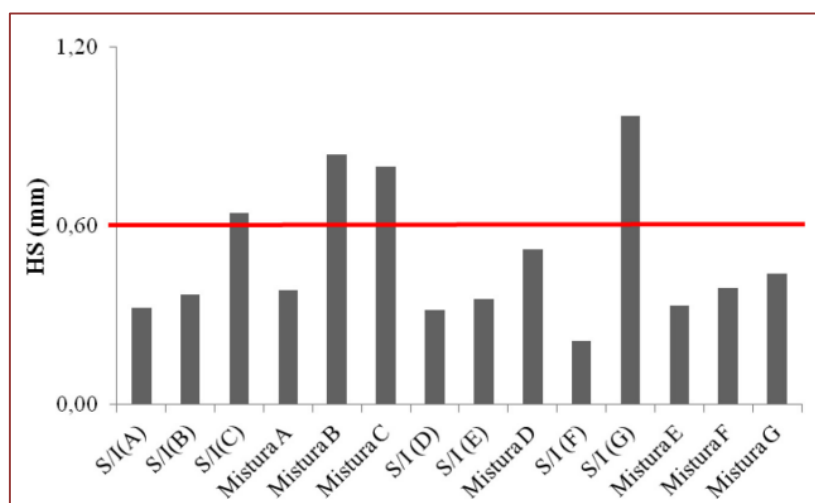
Analisando os dados das rodovias pesquisadas, para atingir o nível mínimo recomendado pelo DNIT (incluindo textura e atrito) nota-se que aproximadamente 97% dos pontos analisados necessitam de algum tipo de intervenção. Em geral, cerca de 20% precisam apenas melhorar o problema de fricção, 20% precisam apenas melhorar a textura e 58% precisam melhorar o atrito e a textura. Em relação ao IFI, uma pontuação de 18 é classificada como muito boa, boa e excelente, o que equivale à metade da pontuação da análise.

A outra metade é classificada como regular ou péssima. Isso se deve à combinação das medidas de textura e fricção, pois em alguns casos, mesmo que uma dessas medidas tenha valor desfavorável, outro fator sobe o nível, alterando assim a classificação IFI, principalmente quando o valor da medida de textura é muito alto, porque isso tem mais peso no cálculo do IFI. É importante analisar os dados em conjunto, pois, em alguns casos, podem ser observadas medidas abaixo do nível exigido de um dos parâmetros e, mesmo assim, o IFI ainda apresenta um valor positivo. Nestes casos, é importante realizar uma avaliação no local para verificar se as medidas do IFI estão de acordo com a realidade (PEREIRA *et al.*, 2012).

Em relação a dados de pesquisas de literatura, o IFI mostrou-se representativo como parâmetro de avaliação da qualidade da aderência pneu-estrada. Aps (2006), em seus estudos relatou que o IFI apresentou um valor baixo, enquanto o resultado da medição do pêndulo britânico foi alto (acima de 55) (PEREIRA *et al.*, 2012).

Mesmo com a medição do atrito sugerida acima, a medição da textura é muito baixa. Portanto, na combinação dos dados de textura e atrito, esses dados são a parte responsável pela aderência do pneu à estrada, e o valor é baixo. No trabalho de Aps (2006), a rugosidade superficial e o baixo atrito também apareceram, mas combinados com os dados desenvolvidos pelo IFI, estes apresentaram valor satisfatório. Analisando as medidas de adesão em função das misturas conhecidas na técnica, pode-se observar na Figura 2 que apenas as misturas S / I (C), B, C e TSD estão acima do mínimo recomendado (HS = 0,6 mm) (PEREIRA *et al.*, 2012).

Figura 2. Valores de macrotextura (HS) para as diversas superfícies analisadas



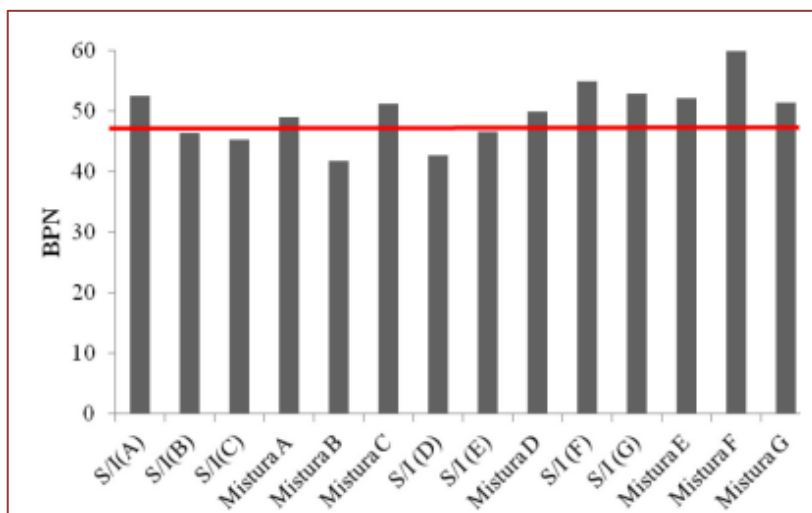
Fonte: Pereira, et al. (2012).

Os valores da Figura 2 são obtidos pela média aritmética de todos os resultados dos testes de manchas de areia realizados em cada tipo de superfície. Dentre eles, o melhor resultado é o proposto pelo TSD, o que é esperado por se tratar de um revestimento mais aberto. Porém, em comparação com outras misturas, espera-se que misturas com maior porosidade obtenham melhores resultados, mas para os materiais analisados neste estudo não foram obtidos padrões de comportamento (PEREIRA *et al.*, 2012).

Isso pode ser interpretado como a idade do piso. Com o tempo, essas lacunas podem ser pelo menos parcialmente preenchidas. Entre as estradas analisadas, a mais recente foi realizada em 2007 e era relativamente nova na altura do teste, mas os vestígios desta mistura representados pela Mistura A são muito fechados. Aproximadamente 51% da mistura é composta por agregados finos, ou seja, o material que fica na peneira nº 200 e passa pela peneira nº 10 (PEREIRA *et al.*, 2012).

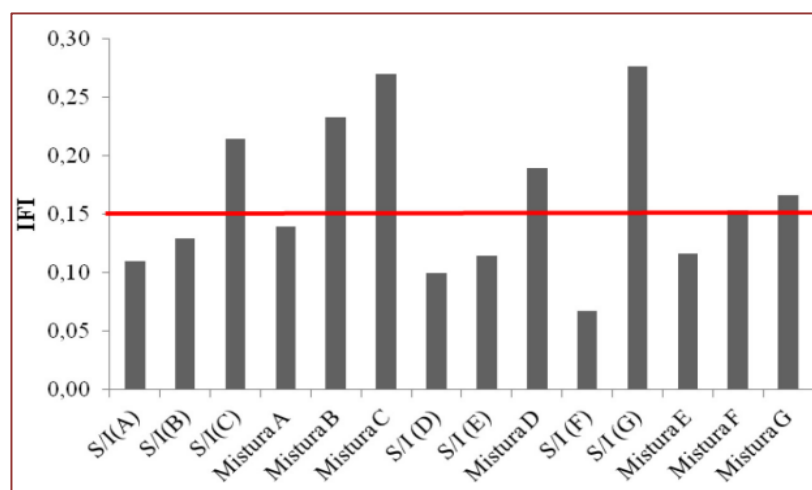
Nessa mistura, o consumo de ligante também é muito alto, 6,3%, pois são muitos materiais finos e grande área superficial específica, resultando em alto consumo de asfalto. Em geral, os revestimentos CCP também mostraram resultados insatisfatórios. Isso também é esperado, pois esse tipo de revestimento é muito fechado. Para os demais revestimentos, não há alteração significativa, embora a mistura avaliada possa ser considerada semelhante em termos de tamanho de partícula (PEREIRA *et al.*, 2012).

Figura 3. Valores de atrito (BPN) para as diversas superfícies analisadas



Fonte: Pereira, et al. (2012).

Figura 4. Valores da combinação textura e atrito (F60) para as diversas superfícies analisadas



Fonte: Pereira, et al. (2012)

Ao avaliar a medida de atrito, observou-se na Figura 3 que a maioria das misturas apresentou classificação de resultados superior a moderadamente rugosa (BPN = 47) (PEREIRA *et al.*, 2012). A mistura que apresentou os melhores resultados foi aquela com maior percentual de agregado graúdo em sua composição (retido na peneira nº 10). Por exemplo, podemos citar as misturas G e F, cuja proporção de mistura ultrapassa 50%, representadas pelos agregados graúdos. Isso destaca a importância deste material na parte de fricção (PEREIRA *et al.*, 2012).

A Figura 4 apresenta o valor IFI (F60) de várias superfícies, sendo a combinação da medida de textura e fricção. Observa-se que a superfície com melhor desempenho é o TSD, seguido da mistura C e B. Dessa forma, conforme sugerido por Aps (2006), parece que 50% da mistura está em bom estado. Foi observado um conjunto de medições de teste para o mesmo tipo de mistura, desta forma verificou-se que as variáveis da mistura influenciam na aderência pneu-estrada (PEREIRA *et al.*, 2012).



Em relação aos valores de atrito e textura, analisou-se que as melhores superfícies são feitas com TSD, Mix B, Mix C e S / I (C). E os piores valores são aqueles encontrados em superfícies com CCP, S / I (A), S / I (B), S / I (E) e Mistura A, sendo a mistura A muito fechada, com alto percentual de finos e ligantes. O peso máximo no cálculo IFI é representado pela métrica de macro textura, ele está associado a este parâmetro. Nesse contexto, o IFI representa integralmente as condições de aderência dos pneus à estrada, ou seja, os limites utilizados por Aps (2006) são suficientes para avaliar a superfície da área de análise (PEREIRA *et al.*, 2012).

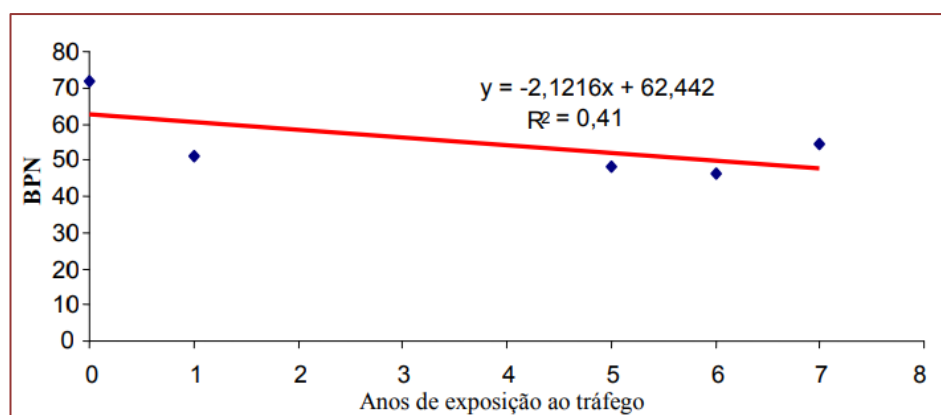
#### 4.3. IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ACEITAÇÃO DOS PARÂMETROS ACEITÁVEIS

Avaliando a mistura em laboratório, pode-se verificar que para as misturas D e F, os valores iniciais de macro textura (HS) das duas misturas analisadas são 0,5mm e 0,4mm, respectivamente, o que é inferior ao valor recomendado pelo DNIT. Isso prova que há deficiências na seleção da mistura a ser utilizada em campo, pois em laboratório, o valor medido costuma ser melhor que o valor medido encontrado em campo, mas estes se mostraram defeituosos no inicial estágio. Portanto, acredita-se que a faixa C do DNIT deva ser modificada para atender de forma mais eficaz os parâmetros de macrotextura das misturas asfálticas do tipo CA. Em relação a isso, a caracterização dos agregados deve ser reconsiderada, o que deve incluir uma análise de seu polimento. A falta de padrões também foi observada nas medições realizadas durante o ciclo, o que pode ser explicado pela falta de vibração na compactação realizada em laboratório (PEREIRA *et al.*, 2012).

As partículas do agregado ficam mais proeminentes na superfície e há falsos ganhos na medição da textura quando a roda passa durante o teste de simulação. No entanto, o valor das medidas iniciais é satisfatório às medidas de atrito, sendo que apenas o valor da mistura F após 10.000 ciclos é inferior ao valor recomendado pelo DNIT (PEREIRA *et al.*, 2012).

A Figura 5 apresenta o valor médio de atrito encontrado no laboratório como valor de medição inicial do pavimento. E verificando a evolução, todas as misturas de AC são consideradas, levando em consideração que essas misturas não sofrerão grandes alterações e os materiais utilizados são semelhantes.

Figura 5. Medidas de atrito (BPN) versus anos de exposição ao tráfego



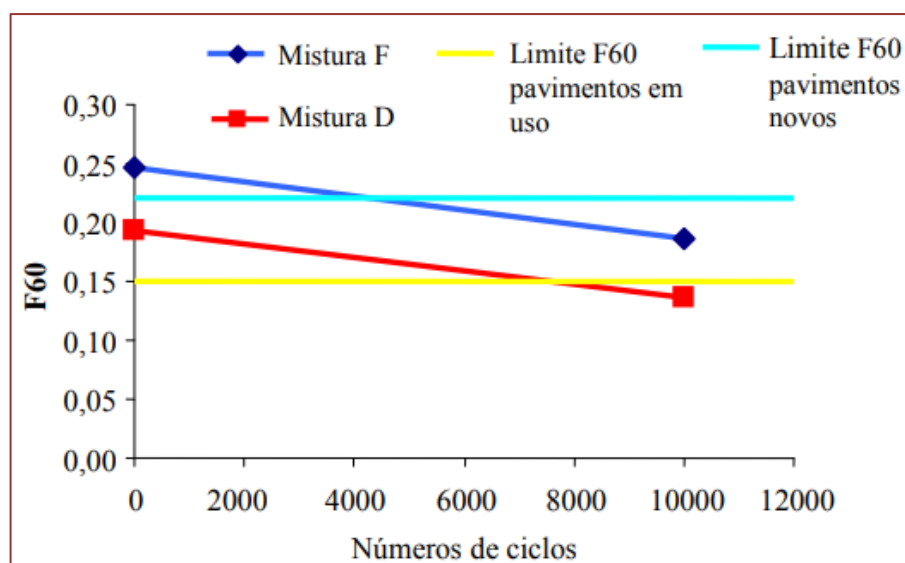
Fonte: Pereira, et al. (2012).

Percebe-se que o valor do BPN apresenta uma tendência decrescente com o passar do tempo e com o fluxo do contato. Só uma coisa não está de acordo com essa tendência. Este ponto refere-se ao pavimento construído em 2000, portanto está em construção há sete anos a partir da data da medição do atrito. Um dos fatores que podem explicar esse fato é que um ponto na composição da média deste ano se destaca em relação aos demais pontos, e seu valor é cerca de 20% superior aos demais pontos, aumentando a média (PEREIRA *et al.*, 2012).

A Figura 6 analisa o valor de F60, que é um dos parâmetros do IFI encontrados em laboratório, ou seja, a perda da qualidade da estrada em termos de aderência dos pneus apenas em pavimentos feitos de revestimentos compostos por misturas asfálticas (PEREIRA *et al.*, 2012).

O valor F60 da Mistura D em 10.000 passes é igual a 0,14, que é inferior ao valor recomendado (0,15) para a superfície da estrada em uso. No estágio inicial, essa mesma mistura exibiu um F60 igual a 0,19. Segundo Aps (2010), o valor recomendado do IFI para pisos novos é de 0,22. Este fato é relevante porque as medições em laboratório geralmente são melhores do que as medições feitas em campo. Se o valor encontrado for inferior ao valor recomendado, o revestimento pode ser mal projetado em termos de aderência do pneu e da estrada. Esses valores médios são obtidos a partir de quatro medidas, enfatizando que as medidas isoladas são homogêneas (PEREIRA *et al.*, 2012).

Figura 6. Evolução do F60 para as misturas analisadas em laboratório



Fonte: Pereira, et al. (2012).

Em razão da necessidade de analisar a mistura utilizada no local para garantia da estrutura adequada do pavimento, é necessário a decisão do projeto da mistura para o piso pois são muito importantes, pois a mudança do revestimento é o fator decisivo para as características antiderrapantes. Se agregados locais com atrito suficiente e alta resistência ao polimento não puderem ser fornecidos, mas atenção deve ser dada à quantidade da mistura para não ficar muito fechada e para fornecer as condições mínimas de polimento. De um modo geral, uma mistura contendo muitas partículas finas consome mais aglutinante e tende a ser mais fechada e menos permeável (PEREIRA *et al.*, 2012).

No Brasil, a banda C do DNIT é utilizada para a maioria das misturas utilizadas neste campo. A tira tem uma curva contínua e muito densa e geralmente requer mais consumo de adesivo, o que dificulta o fluxo da água superficial e aumenta a resistência à água superficial. É importante ter esta função impermeabilizante, mas se acontecer muito, é preocupante porque dificulta a formação de vazios interligados que permitem o escoamento da água. Para agregados, é importante garantir que eles possam manter uma aspereza mínima durante a vida útil da superfície da estrada, a fim de obter propriedades de atrito adequadas (PEREIRA *et al.*, 2012).

Portanto, tendo em vista a importância do atrito para a segurança rodoviária, recomenda-se adicionar um procedimento de caracterização para ensaio de materiais para avaliação da resistência ao polimento de agregados (PEREIRA, 2010).

O uso de processamento digital de imagem (PDI) é um método eficaz na análise da perda de rugosidade do agregado combinado com testes de desgaste e polimento, de acordo com Mahmoud e Masad (2007) apud Rezaei *et al.* (2009). Os autores afirmam que o método acima mostrou boa relevância de campo e laboratório na avaliação da resistência ao polimento.

O quartzo e o feldspato são mais duros e resistentes ao polimento de minerais. Segundo Marques (2001), esses minerais são geralmente encontrados em rochas ígneas, como o granito, que é o material utilizado neste estudo. Por outro lado, deve-se destacar que o granito tem tendência a apresentar baixa viscosidade devido à grande quantidade de silício em sua composição (PEREIRA, 2010).

## 5. CONCLUSÃO

Com base no estudo das propriedades mecânicas de concretos com e sem borracha, conclui-se que os resultados encontrados na literatura são um importante complemento à conclusão. Os resultados verificados mostram que a resistência à compressão da composição contendo borracha é significativamente reduzida em relação ao concreto convencional.

De acordo com o Código Brasileiro de Projetos de Pavimentos de Concreto, a resistência à tração à flexão de 28 dias deve ser maior que 4,2 MPa, e a resistência à compressão deve ser de pelo menos 30 MPa para ser usada no consumo de cimento. Desta forma, para manter a qualidade empregada na pavimentação e perda insignificante de resistência, concluiu-se que para a mistura de concreto, a substituição da areia natural pela borracha deve ser de no máximo 10%. Neste caso, recomenda-se determinar o consumo de pneus por quilômetro de superfície da estrada para comparar com o consumo real de outras alternativas atualmente utilizadas para reaproveitamento de materiais.

Esses resultados mostram que a importância da etapa de projeto da massa asfáltica não se reflete apenas no volume e nas características mecânicas já conhecidas pela comunidade técnica, mas também na previsão de seu desempenho em relação à adesão ao pavimento de pneus, ainda pouco explorada no Brasil. Outros pesquisadores podem desenvolver pesquisas na previsão do desempenho de massa asfáltica em relação à adesão ao pavimento de pneus.

## REFERÊNCIAS

- [1] ACCETTI, K.M.; PINHEIRO, L. M. 2000. Tipo de fibras e propriedades do concreto com fibras. In: 42º Congresso Brasileiro do Concreto, Fortaleza, 2000. Anais. Fortaleza, IBRACON, 2000.
- [2] APS, M. (2006). Classificação da Aderência Pneu-Pavimento pelo Índice Combinado IFI – International Friction Index para Revestimentos Asfálticos. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- [3] APS, M. Análise da Aderência Pneu-Pavimento. Palestra proferida na Escola Politécnica – USP, São Paulo, SP, em 14 de maio de 2010.
- [4] ASTM (1998) E 1960-98 – Standard Practice for Calculating International Friction Index of a Pavement Surface. American Society for Testing and Materials. DOI: 10.1520/E1960-98.
- [5] ASTM (1998) E 303-98 – Standard Test Method for Measuring Surface Friction Properties Using the British Pendulum Tester. American Society for Testing and Materials. DOI: 10.1520/E0303-93R08.
- [6] ASTM (2001) E 965-96 – Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique. American Society for Testing and Materials. DOI: 10.1520/E0965-96R01.
- [7] Bernucci, et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. – Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.
- [8] BERTOLLO, S. M.; JÚNIOR, J. L. F.; SCHALCH, V. Benefícios da incorporação de borracha de pneus em pavimentos asfálticos. In: XVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y ambiental. 2002.
- [9] BESSA, I. S.; V. T. F. Castelo Branco e J. B. Soares (2011). Avaliação da Resistência ao Polimento e à Degradação de Agregados Utilizando a Abrasão Los Angeles e o Processamento Digital de Imagens. 7º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões, Foz do Iguaçu.
- [10] BROSSEAUD, Y. (2006). Propriedade das Superfícies dos Pavimentos em Relação à Segurança e ao Conforto dos Usuários. 18º Encontro de Asfalto, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP, Rio de Janeiro, RJ.
- [11] CÉSAR, S.A.B.M.; MOSCA, A.M.A.; LINTZ, R.C.C.; CARNIO, M.A. 2006. Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de borracha de pneu. In: 48º Congresso Brasileiro do Concreto, Rio de Janeiro, 2006. Anais... Rio de Janeiro, IBRACON, 2006.
- [12] CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 23, de 12 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito. Brasília: CONAMA, 1996.
- [13] CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 235, de 7 de janeiro de 1998. Altera o anexo 10 da Resolução CONAMA nº 23, de 12 de dezembro de 1996. Brasília: CONAMA, 1998.
- [14] CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999. Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. Brasília: CONAMA, 1999.
- [15] CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. Brasília: CONAMA, 2009.
- [16] CNT (2006). Pesquisa Rodoviária 2006: Relatório Gerencial. Confederação Nacional do Transporte, Brasília, DF. CNT (2011) Pesquisa Rodoviária 2011: Relatório Gerencial. Confederação Nacional do Transporte, Brasília, DF.
- [17] CROUCH, L. K.; H. J. Sauter; G. M. Duncan e W. A. Goodwin (2001) Polish Resistance of Tennessee Bituminous Surface Aggregates. Aggregate Contribution to Hot Mix Asphalt (HMA) Performance.
- [18] DNER (1998) Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, IPR, Rio de Janeiro, RJ.
- [19] DNIT (2006) Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, IPR, Rio de Janeiro, RJ.
- [20] FERREIRA, P. N. (2002). Avaliação da Macrotextura de Trechos Pavimentados de Rodovias

Estaduais Situadas na Região Insular do Município de Florianópolis. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

- [21] LAY, J. B. C. (1998) Friction and Surface Texture Characterization of 14 Pavement Test Sections in Greenville, North Carolina. *Transportation Research Record*, North Carolina, USA. n. 1639, p. 155– 161. DOI: 10.3141/1639-17.
- [22] LINTZ, Rosa Cristina Cecche; SEYDELL, Maria Rachel Russo. Evaluation of tire rubber disposal in concrete for pavements. *Journal Of Urban and Environmental Engineering*. São Paulo, p. 52-57. 20 out. 2009. Disponível em:< <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index>>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- [23] MAHMOUD, E. M. (2005). Development of Experimental Methods for the Evaluation of Aggregate Resistance to Polishing, Abrasion and Breakage. Dissertação (Mestrado). Texas A&M University, College Station, TX, EUA.
- [24] MARQUES, G. L. O. (2001). Procedimentos de Avaliação e Caracterização de Agregados Minerais Usados na Pavimentação Asfáltica. Seminário de Qualificação Acadêmica ao Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- [25] MASAD, E.; A. REZAEI; A. CHOWDHURY e P. Harris (2009) Predicting Asphalt Mixture Skid Resistance Based on Aggregate Characteristics. Texas Transportation Institute. The Texas A&M University System. College Station, TX, USA.
- [26] MASAD, E.; B. MUHUNTHAN; N. Shashidhar e T. Harman (1999) Internal Structure Characterization of Asphalt Concrete Using Image Analysis. *Journal of Computing in Civil Engineering*, v. 13, n. 2, p. 88–95. DOI: 10.1061/(ASCE)0887-3801(1999)13:2(88).
- [27] MENEGUINI, E.C.A.; PAULON, V.A. 2003. Comportamento de argamassas com emprego do pó de borracha. In: 45º Congresso Brasileiro de Concreto, Vitória, 2003. Anais... Vitória, IBRACON, 2003.
- [28] MORILHA, J., ARMANDO, GRECA, MARCOS ROGÉRIO. Asfalto Borracha ECOFLEX - Apresentação do Asfalto Borracha. Cuiabá, 2007. Disponível em:< <https://www.grecaasfaltos.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- [29] MOSCA, A.M.A.; LINTZ, R.C.C.; CÁRNIO, M.A. 2005. Influência da utilização da borracha vulcanizada nas propriedades mecânicas do concreto. In: 47º Congresso Brasileiro de Concreto, Olinda, 2005. Anais. Olinda, IBRACON, 2005.
- [30] OLIVEIRA, M.G.; SCUSSEL, A.C.L.; LINTZ, R.C.C.; BRAZ, J.C.R. 2006. Estudo comparativo do comportamento mecânico de argamassas enriquecidas com borracha. In: 48º Congresso Brasileiro de Concreto, Rio de Janeiro, 2006. Anais... Rio de Janeiro, IBRACON, 2006.
- [31] PEREIRA, C. A. (2010). Análise da Aderência Pneu-Pavimento em Rodovias do Estado de Pernambuco e da Paraíba com Elevado Índice de Acidentes. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.
- [32] PEREIRA, C. A.; J. B. SOARES; I. D. S. Pontes Filho e J. A. Macêdo (2009). Análise da Aderência Pneu-Pavimento nas Principais Rodovias do Estado de Pernambuco e da Paraíba. 16ª RPU – Reunião de Pavimentação Urbana, Belo Horizonte, MG.
- [33] PEREIRA, et al. Análise da aderência pneu-pavimento em pontos de ocorrência de acidentes. *Transportes*, v. 20, n. 2 (2012) p. 65–74.
- [34] PINTO, Salomão; PREUSSLER, Ernesto. Pavimentação Rodoviária: Conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2.ed., Copiarte, 269 p., Rio de Janeiro, 2002.
- [35] PIRELLI BRAZIL. Pneus, informações técnicas. Disponível em: <<http://www.pirelli.com.br/pr/pneumatici/infotek/index.htm>>. Acessado em: 25 nov. 2021.
- [36] REZAEI, A.; E. MASAD; A. CHOWDHURY E P. HARRIS (2009). Predicting Asphalt Mixtures Skid Resistance by Aggregate Characteristics and Gradation. *Journal of the Transportation Research Board*. Transportation Research Board of the National Academies. Washington DC. USA, n. 2104. p. 24–33. DOI: 10.3141/2104-03.
- [37] RODRIGUES FILHO, O. S. (2006). Características de Aderência de Revestimentos Asfálticos Aeroportuários – Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de São Paulo / Congonhas. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

- [38] SANTOS, E. L. (2004). Análise Histórica de Medição de Atrito das Pistas do Aeroporto Santos Dumont – RJ. Trabalho de Graduação. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.
- [39] SANTOS, Reniene Maria. Efeito da adição de partículas de borracha de pneu nas propriedades físico-mecânicas de composto cimentício. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei/MG, 2012.
- [40] SILVA, J. P. S. (2005). Aderência Pneu-Pavimento e as Condições de Segurança de Pistas Aeroportuárias. Brasília, DF.
- [41] SEYDELL, M. R. R.; LINTZ, R. C. C. Propriedades mecânicas do concreto com adição de borracha de pneus para pavimentos rodoviários. Estudos Tecnológicos - Vol. 5, nº 3: 363, 2009.
- [42] SPECHT, L. P. Avaliação de misturas asfálticas com incorporação da borracha reciclada de Pneus. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 279p., 2004.
- [43] THIVES. L. P. et al. Otimização do desempenho de misturas betuminosas com betume modificado com borracha para reabilitação de pavimentos. 2009. 581 f. Tese - Universidade do Minho/Universidade Federal de Santa Catarina 2009.
- [44] YUE, Z. Q.; W. BEKKING E I. MORIN (1995) Application of Digital Image Processing to Quantitative Study of Asphalt Concrete Microstructure. Transportation Research Record, TRB, National Research Council, Washington, DC, n. 1492, p. 53–60.
- [45] BERNUCCI, L.B.; LEITE, L.M.; MOURA, E. Propriedades mecânicas em laboratório de misturas asfálticas convencionais e modificadas por polímeros. In: ENCONTRO DO ASFALTO, 16., 2002, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: IBP, 2002.
- [46] VASCONCELOS, K.L. Comportamento mecânico de misturas asfálticas a quente dosadas pelas metodologias Marshall e Superpave com diferentes granulometrias. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, 2004.

# Capítulo 9

## *Impactos ambientais na duplicação da rodovia AM-070*

*Karina Ribeiro Nogueira*

*Igor Bezerra de Lima*

**Resumo:** Este artigo aborda sobre a duplicação da AM-070, e uma obra de duplicação envolve diversos fatores, um dos principais é a pavimentação que é a estrutura construída sobre a terraplanagem de um terreno e que possui alguns parâmetros. Portanto, é imprescindível que o desenvolvimento, implantação e manutenção de obras rodoviárias estejam sendo planejadas com a seriedade e qualidades necessárias, pois a obra de duplicação consiste na recuperação da pista existente ou a implantação de uma nova. Como em qualquer empreendimento, é necessário um estudo do local a ser modificado. Devido às modificações que serão feitas as preocupações com uma obra de duplicação de rodovias iniciam-se desde o projeto. Por essa razão, o objetivo geral do artigo é avaliar os impactos ambientais causados pela duplicação da rodovia AM-070. Fazendo o levantamento dos impactos ambientais possíveis com a duplicação da rodovia AM-070, e estabelecendo as causas dos impactos ambientais, e com isso avaliando os custos das medidas mitigadoras. Identificar por meio de pesquisa bibliográfica, caracterizando os impactos e analisar as características dos impactos, estabelecendo medidas mitigadoras. Avaliar por meio de estimativa de custo, e analisando o custo benefício da obra. As medidas mitigadoras estabelecidas antes de qualquer intervenção têm sido capazes de amenizar ou reduzir os efeitos produzidos por impactos ambientais na duplicação de uma obra ou empreendimento.

**Palavras-chave:** Impactos ambientais. Duplicação de rodovia. Medidas mitigadoras.

## 1. INTRODUÇÃO

A pavimentação é caracterizada por um tipo de revestimento que se utiliza na construção e manutenção de rodovias, existem diversos parâmetros que ocorrem no decorrer da duplicação, pois, tem a função de receber as cargas impostas pelo tráfego de veículos. Proporciona com isso condições satisfatórias de velocidade e segurança, conforto, economia no transporte de pessoas e mercadorias, e requisitos como estabilidade, resistência e durabilidade.

Em razão da duplicação da rodovia AM-070, o projeto precisa prever a proximidade de ambas as pistas, manuseando sua faixa de domínio e reduzindo interferências e desapropriações na vegetação e em áreas protegidas legalmente, que podem gerar impactos na sua restauração devido à duplicação ser por vias de trânsito que são constituídas por qualquer tipo de cobertura do solo, podendo ser asfalto ou pedregulhos. Desta forma, a implantação, construção e até mesmo a duplicação de uma infraestrutura rodoviária, implicará na geração de impactos ambientais significativos.

No Brasil, a Resolução do CONAMA N° 1, de janeiro de 1986, da Política Nacional do Meio Ambiente, refere-se ao impacto ambiental. Observamos que essa resolução aborda atividades que o homem cause no meio ambiente, tais impactos podem ser negativos ou positivos, geralmente a grande causa ocorre pelos impactos negativos. Infelizmente, direta e indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Ressalta-se que os impactos positivos também ocorram, ainda que em proporção pequena.

Diante do que foi exposto, o objetivo geral deste artigo é avaliar os impactos ambientais causados pela duplicação da rodovia AM-070.

Através dessa pesquisa um dos termos de maior relevância do assunto é referente à pavimentação, com o intuito de trazer a importância das medidas mitigadoras que visam amenizar e até eliminar os impactos ambientais que ocorrerão com a duplicação das rodovias, com o foco em orientar que desde o projeto é necessário avaliar o local a ser modificado, com o intuito de evitar impactos negativos.

Logo, os tópicos abordados nessa pesquisa serão sobre pavimentação, atividade geradora de grandes impactos ambientais, sendo como consequência das atividades humanas sobre a natureza, tendo como intuito identificar os impactos e propor medidas mitigadoras sobre a duplicação da rodovia AM-070 desde a implantação.

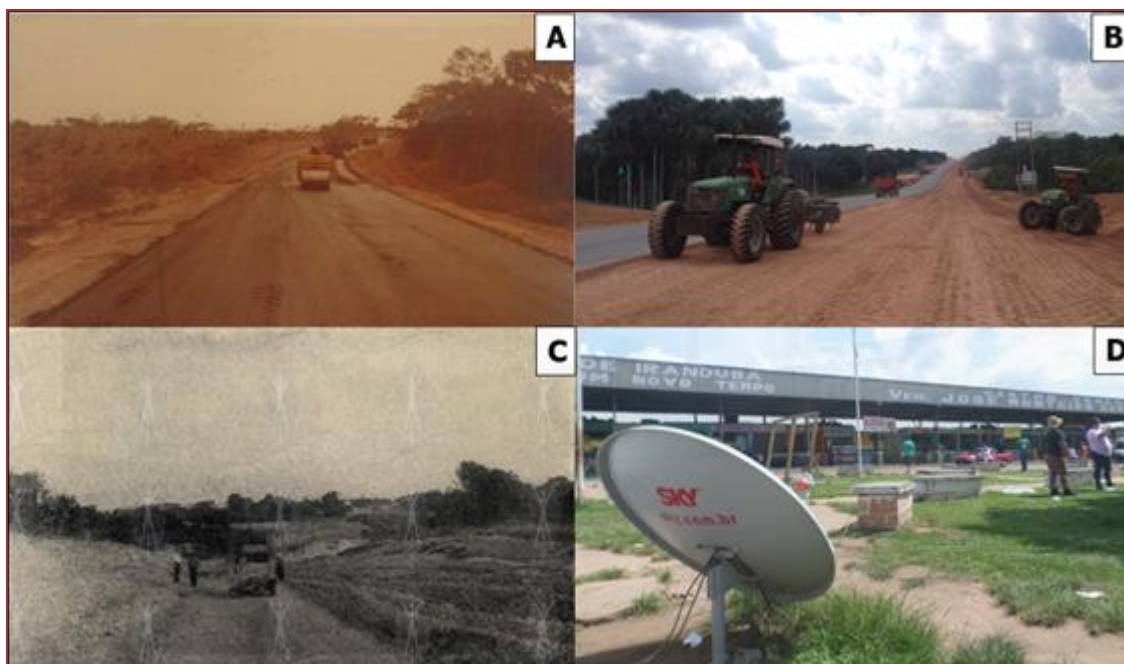
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. RODOVIAS E OBRAS CIVIS

Antigamente, a questão ambiental não fazia parte do desenvolvimento e implementação de empreendimentos de infraestrutura rodoviária. Todavia a partir do desenvolvimento das rodovias que são vias de trânsito terrestre que foram construídas, a partir do século XX, para serem substituídas por estradas antes utilizadas por carruagens. A princípio foram destinadas a serem construídas nos países mais desenvolvidos, mas com a indústria de automóvel, no século XX, foram rapidamente utilizadas para proporcionar segurança e rapidez ao tráfego.



Figura 1. Novos usos, novas funções da estrada AM-070, Iranduba/AM



Fonte: (A) (RODRIGUES, 2014); (B) (BRAGA, 2016); (C) (LINS, 1965); (D) (BRAGA, 2016)

Observa-se na imagem acima, a AM-070 no início da evolução da primeira pavimentação, e destaca o processo de transformação das mesmas, até as possíveis obras de duplicação das vias. Assim, tornando-se possível chegar nas obras de terraplanagem, que vai até os municípios de Iranduba e Manacapuru (BRAGA, 2016).

As rodovias podem ser construídas como uma pista simples quando está dividida por veículos que transitam em direções opostas e pistas duplas quando são utilizadas por veículos que trafegam no mesmo sentido. Segundo a Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, define que as obras civis de rodovias foram contempladas como necessárias de licenças ambientais.

## 2.2. LEGISLAÇÕES NAS RODOVIAS

Segundo (Resolução CONAMA 001/86) dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e da Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como as estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento. Assim sendo para identificar e prever os impactos, as rodovias fazem parte da lista de empreendimentos que requerem elaboração de estudos.

Estabelecida pela Resolução CONAMA 001/86, o EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental), equivale a documentos técnicos que servem como uma avaliação completa sobre os impactos ambientais causados devido a atividades que são realizadas no local do projeto, diretamente no solo ambiental. Necessitará de elaboração de EIA/RIMA, todas as empresas que praticarem atividades

sobre o meio ambiente, tais como estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento, ferrovias e etc. que demandam de licenciamento para uma modificação.

Diante disso, uma obra de duplicação de rodovia baseia-se em ter o EIA/RIMA que são documentos técnicos que determinam quais serão os impactos causados no meio ambiente da área de influência de uma determinada obra, com o objetivo de avaliar e indicar quais são as medidas mitigadoras propostas para aquela área. O artigo 225, § 1º, IV da Constituição Federal de 1988, assegura que:

**“Art. 225.** Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

**§ 1º** Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

**IV -** Exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade.”

Com a necessidade de elaboração dos estudos ambientais observamos que instalação do empreendimento seguindo de acordo com a legislação baseando-se nos projetos aprovados, tem o intuito de preservar:

Quadro 1. Classificação dos estudos ambientais preservados com a legislação

Segurança e saúde da mão-de-obra	Desapropriação e reassentamento da população de baixa renda	Proteção ao patrimônio histórico, artístico e arqueológico
Proteção à fauna e à flora	Preservação Cultural (comunidades indígenas, população tradicionais, etc.)	Transporte e armazenamento de cargas perigosas

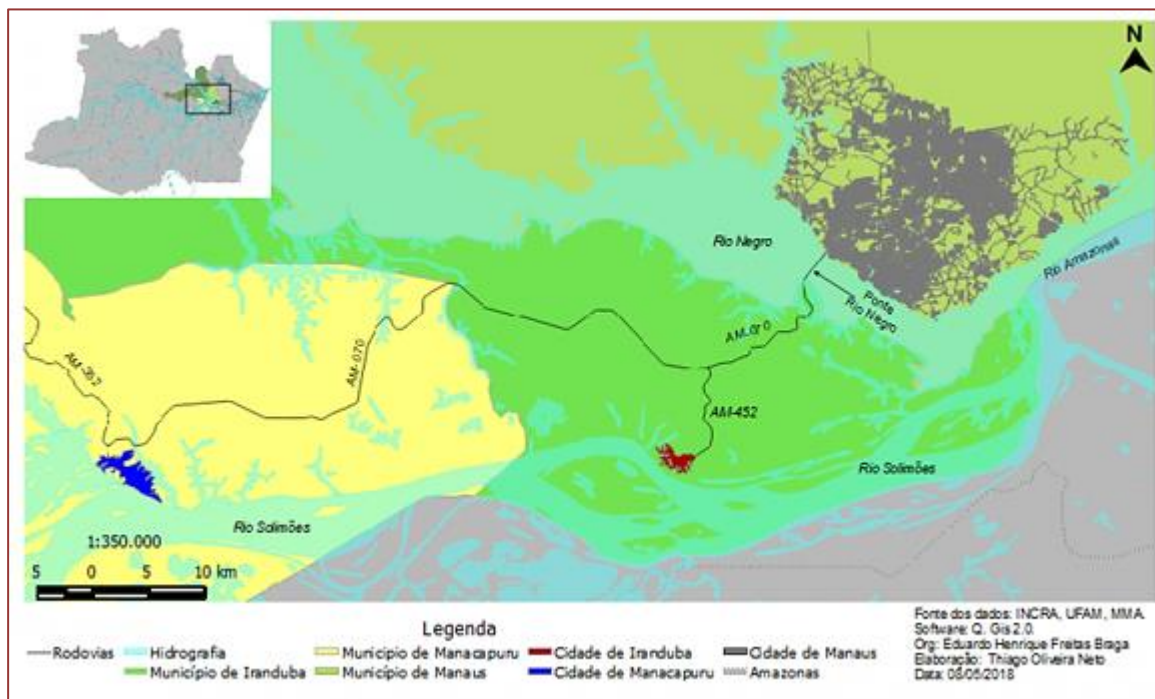
Fonte: Autoria Própria (2021)

### 2.3. DUPLICAÇÕES DA RODOVIA MANOEL URBANO – AM-070

Em 2013 teve início as obras de duplicação da AM-070, nesse período da construção, a obra passou pela gestão de quatro governantes. Esse empreendimento reúne a possibilidade de crescimento na área de turismo e no setor primário. Essa rodovia tem o nome de Manuel Urbano e tem grande relevância para o crescimento econômico de diversos municípios, que serão contemplados com a nova rodovia estadual AM-070 (SEINFRA, 2021).

Foi na gestão do Governador Wilson Lima que a rodovia foi entregue, modernizada e duplicada, a duplicação da primeira fase ocorreu no ano de 2013, iniciando próximo ao município de Cacau Pirêra e dando sequência até a entrada da sede de Iranduba, esse retorno concede o acesso ao município aonde está a sua localização (SEINFRA, 2021).

Figura 2. Manaus, a Ponte Rio Negro, a Rodovia AM-070, e os municípios de Iranduba e Manacapuru



Fonte: Braga (2016)

Desta maneira, a rodovia é um dos principais meios de crescimento populacional. Uma vez que o objetivo é cumprido, a obra traz benefícios socioeconômicos. Constatou-se que é necessário que toda obra de duplicação proporcione maior fluidez de tráfego, segurança e conforto aos usuários e durabilidade à rodovia existente, o projeto de duplicação necessita seguir as normas ambientais e visa minimizar possíveis impactos negativos no local a ser realizado, como desmatamento da vegetação local, poluição ou interferência na biodiversidade do local.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para avaliar os impactos ambientais, o estudo constitui-se em uma pesquisa documental, utilizando como procedimento a análise de dados secundários através do método dedutivo, que sugerem medidas mitigadoras para que visem minimizar os impactos identificados. As medidas mitigadoras tem a finalidade de avaliar os danos que consistem por meio de intervenções humanas sobre o meio ambiente, e visam reduzir os impactos que são nocivos ao meio físico, biótico e antrópico (SÁNCHEZ, 2013, p.384).

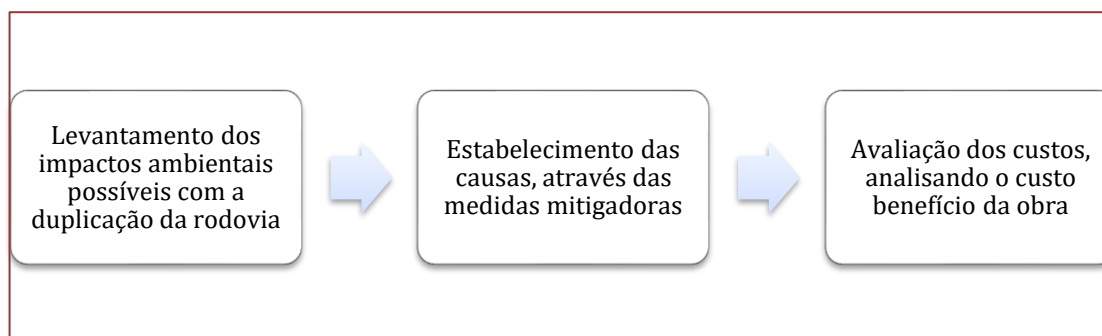
O objetivo desse método de pesquisa visa traçar uma análise dos estudos ambientais desenvolvidos na obra de duplicação da rodovia AM-070, que caracteriza para cada fase as principais atividades impactantes e o meio impactado. Com a finalidade de elaborar medidas mitigadoras, a fim de garantir que a intervenção humana na natureza seja a menor possível.

Para tratar a respeito da pesquisa documental, foram utilizadas as plataformas Scielo, Periódicos Capes, dissertações, portais de notícias e livros que inicialmente foram

concluídos e que abordam temas semelhantes, pesquisas que buscam responder o quanto uma obra de duplicação gera impactos e identificar quais são eles.

A pesquisa bibliográfica foi continua desde o início até o fim do trabalho. Através dela buscou-se o entendimento sobre os impactos ambientais que podem ser causados por obras rodoviárias. A seguir são apresentadas as etapas do estudo na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: Autoria própria (2021)

### **3.1. LEVANTAMENTOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS POSSÍVEIS COM A DUPLICAÇÃO DA RODOVIA**

Por meio de um levantamento feito nos órgãos de licenciamento, e através de dissertações, portais de notícias e livros que abordam temas semelhantes. Os levantamentos foram agrupados em três conjuntos de caracterização sendo o meio físico, biótico e meio antrópico.

Nos levantamentos do meio físico são incluídos geológico, hidrológico e edáfico. No meio biótico inclui-se as principais características flora e fauna (incluindo áreas protegidas por lei e unidades de conservação). Na caracterização do meio antrópico serão apresentadas social e econômico.

### **3.2. ESTABELECIMENTO DAS CAUSAS, ATRAVÉS DAS MEDIDAS MITIGADORAS**

Após fazer o levantamento e identificar os impactos ambientais decorrentes da duplicação da rodovia, propõe-se medidas típicas na fase de planejamento, instalação e operação do empreendimento. Segundo Sánchez (2013) modificações de projeto para evitar ou reduzir impactos adversos também são medidas mitigadoras.

### **3.3. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS, ANALISANDO O CUSTO BENEFÍCIO DA OBRA**

Avaliando os impactos causados no andamento da duplicação, as medidas mitigadoras serão propostas na previsão de eventos adversos potenciais sobre os itens ambientais destacados, com a finalidade de eliminação ou atenuação de tais eventos. Analisando assim, o custo benefício da obra através da adoção de medidas mitigadoras que ao final do trabalho proporcionaram prever assim os impactos negativos que ocorrerão com a duplicação da AM-070.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados se baseia em fazer o levantamento dos impactos ambientais possíveis com a duplicação da rodovia, estabelecer as causas dos impactos e com isso avaliar e propor medidas mitigadoras.

### 4.1. ESPECIFICAR OS IMPACTOS, POR MEIO DE UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA, CARACTERIZANDO OS TIPOS DE IMPACTOS AGRUPADOS

De acordo com o (DNIT, 2005), entende-se por aspecto ambiental a atividade rodoviária que interage no meio ambiente, alterando as relações de equilíbrio existente entre os fatores ambientais dos meios físico, biótico e antrópico, quanto às suas capacidades de comportamento e funcionalidade.

Através de um levantamento feito por meio de livros, dissertações, artigos que abordam temas semelhantes, foram realizados estudos com base na literatura existente objetivando levantar os impactos ambientais possíveis com a duplicação da rodovia.

Quadro 2. Impactos ambientais que se destacam no meio de uma obra de construção civil de rodovias

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perda de terras agriculturáveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imigração e adensamento de áreas segregadas, ou de difícil acesso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactação e/ou erosão do solo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração do lençol freático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificação do relevo e de cursos d'água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aterramento do solo/vegetação natural</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restrições ao movimento de animais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidade de contaminação das águas e do solo por óleo e combustível, veículos e equipamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da Paisagem</li> </ul>

Fonte: Autoria própria (2021)

### 4.2. DETERMINAR AS CAUSAS DOS IMPACTOS, ATRAVÉS DE DIAGNÓSTICO QUE POSSIBILITE A PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

O objetivo de conhecer esses conceitos é estabelecer as causas dos impactos ambientais, eles dão subsidio para a elaboração de um planejamento ambiental, que vai se embasar no diagnóstico dos impactos do meio físico, biótico e antrópico, possibilita o estudo de impactos nesse meio, a proposição de medidas mitigadoras, e a compensação dos impactos que não forem mitigados.

#### 4.2.1. MEIO BIÓTICO

Supressão de vegetação e de ambientes terrestres e transitórios: apesar de que algumas rodovias tenham residências e pontos comerciais ou industriais no entorno, inúmeras foram construídas quando ali só existia vegetação, ou seja, foi inevitável retirar a área verde para a obra.

Barreiras de deslocamento de animais e afugentamento da fauna: as rodovias atuam como um obstáculo que impede o animal de atravessar. Não é raro ver animais mortos nas pistas das rodovias. De acordo com Bager (2018) 475 milhões de animais são mortos anualmente por atropelamento nas rodovias do país.

Até então, as mortes fragmentam o ambiente e podem acarretar o isolamento reprodutivo das espécies. A presença de humanos e de equipamentos/veículos também pode afugentar a fauna local.

Proliferação de vetores e reservatórios de doenças e acúmulo de resíduos: tirar material do solo pode criar locais ideais para a reprodução de alguns vetores. Sendo assim, vale citar que o problema é agravado quando a população que utiliza a via joga nela resíduos, os quais geram acúmulos na água. Os resíduos também podem atrair a fauna local para a rodovia.

#### **4.2.2. MEIO FÍSICO**

Alteração da superfície geomorfológica, erosão, assoreamento e inundação: as obras modificam a superfície topográfica local. Além de que, a movimentação do solo e a perda da cobertura vegetal, a impermeabilização e a compactação do solo podem gerar impactos como erosão, assoreamento e inundação.

Alteração dos parâmetros físicos e químicos do solo: a retirada de vegetação, a movimentação do solo e outros fatores podem acarretar a desestruturação e compactação do solo, reduzindo a permeabilidade, a porosidade e outros parâmetros.

Contaminação dos solos: causada por combustíveis e lubrificantes de máquinas e de veículos.

Alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas: a degradação dos recursos hídricos pode acontecer tanto durante a obra quanto após a sua conclusão, pelas mais diversas proporções.

#### **4.2.3. MEIO ANTRÓPICO**

Acidentes: as máquinas e veículos que circulam pela área da construção são capazes de provocar acidentes tanto para os trabalhadores como para os moradores da região.

Alteração no fluxo de veículos e pedestres e na malha viária: o aumento do tráfego pode modificar a qualidade de vida da população. Podemos ter como exemplo o aumento da poluição atmosférica e da poluição sonora.

Alteração de áreas produtivas: de acordo com a área, a construção da rodovia pode reduzir a produção agropecuária local.

Impactos em sítios arqueológicos: com a implantação da rodovia pode ocorrer danificação no patrimônio cultural, histórico e arqueológico local.

Os impactos negativos podem ser reduzidos e os impactos positivos podem ser fortalecidos, principalmente em relação a geração de empregos, melhorias no transporte, segurança e probabilidade de desenvolvimento da região (PANAZZOLO *et al.*, 2012).

### 4.3. ANÁLISE DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES, MEDIANTE A AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Avaliação ambiental é essencial para saber o impacto da atividade nesses diferentes meios, inclusive para fazer um estudo de viabilidade, pois possibilita ver se é viável implantar aquela obra ou empreendimento em razão dos impactos no meio que aquela atividade ou obra vai causar. Considerando assim, o custo benefício da obra através da adoção de medidas mitigadoras.

Foi verificado no site do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM, no setor do portal da transparência quais documentos foram expedidos para a obra de Construção e Infraestrutura da duplicação da rodovia AM-070, foi encontrada a Licença de Instalação – LI, Figura 4. Conforme Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997, em seu artigo Art. 8º define:

“Art. 8º - O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças: II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.”

Figura 4. Licença de Instalação

**RECEBI O ORIGINAL**  
Em: 08/01/2021  
Eliam

**AMAZONAS**  
GOVERNO DO ESTADO

**IPAAM**  
FL N° 2062  
ASS. 1st

**LICENÇA DE INSTALAÇÃO - L.I. Nº 163/11-07**

O INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS – IPAAM, no uso das atribuições que lhe confere a Lei nº 3.785 de 24 de Julho de 2012, expede a presente Licença que autoriza a:

**INTERESSADO: SEINFRA – Secretaria de Estado de Infraestrutura.**

**ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:** Av. Arquiteto José Henrique Bento Rodrigues, nº 3760, Monte das Oliveiras, Manaus-AM.

**CNPJ/CPF:** 05.533.935/0001-57      **INSCRIÇÃO ESTADUAL:**

**FONE:** (92) 3647-1102      **FAX:** (92) 3644-8774

**REGISTRO NO IPAAM:** 1007.2301      **PROCESSO Nº:** 0377.2017

**ATIVIDADE:** Construção Civil e Infraestrutura

**LOCALIZAÇÃO DA ATIVIDADE:** Rodovia Estadual AM 070, nos Municípios de Iranduba e Manacapuru-AM.

**FINALIDADE:** Autorizar as obras e serviços de engenharia visando à duplicação da Rodovia Estadual AM-070.

**POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR:** Grande      **PORTE:** Médio

**PRAZO DE VALIDADE DESTA LICENÇA:** 01 ANO

**Atenção:**

- Esta licença é composta de 15 restrições e/ou condições constantes no verso, cujo não cumprimento/atendimento sujeitará a sua invalidação e/ou as penalidades previstas em normas.
- Esta licença não comprova nem substitui o documento de propriedade, de posse ou de domínio do imóvel.
- Esta licença deve permanecer na localização da atividade e exposta de forma visível (frente e verso).

Manaus-AM, 08 JAN 2021

Eduardo White Pontes da Costa  
Gerente, no exercício da Diretoria Técnica

Maria do Carmo Neves dos Santos  
Diretora Técnica, no exercício da Presidência

Av. Mario Yalozanga Monteiro, 3280 - Parque 10  
Fone: (92) 2123-6721 / 2123-6731  
Manaus-AM - CEP 69050-030

**IPAAM**  
Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

Fonte: Portal da Transparência (IPAAM)

## 5. CONCLUSÃO

No decorrer da revisão bibliográfica, o propósito do artigo foi identificar os impactos ambientais que geralmente ocorrem em uma obra de construção. Os impactos ambientais estudados possuem importância e adotam medidas mitigadoras para evitar ou reduzir impactos adversos.

Por meio deste artigo, analisou-se que o objetivo do trabalho avaliou os impactos ambientais causados pela duplicação da rodovia AM-070, por meio de pesquisa documental, estabelecendo a medidas mitigadoras.

Espera-se com o estudo propor a averiguação dos impactos ambientais causados por uma obra de duplicação. Enfim, conclui-se que não encontrei o EIA/RIMA do empreendimento, somente foi encontrada e analisada a Licença de Instalação no site do IPAAM.

Recomenda-se que outras pesquisas sejam feitas, envolvendo novos procedimentos de avaliação e fazendo assim uma análise dos impactos ambientais positivos, e propor as medidas compensatórias, que visam mitigar os impactos ambientais negativos gerados pela execução de um projeto possivelmente poluidor, e a sugestão é trazer o foco em orientar que com a duplicação de uma rodovia necessariamente não existem somente impactos negativos, mas a mesma pode gerar impactos positivos para a sociedade e que antes de iniciar uma obra é necessário um estudo do local a ser modificado.

## REFERÊNCIAS

- [1] 225, § 1, inc. IV da Constituição Federal - Constituição Federal de 1988. Acesso em: 15 de Nov. 2021
- [2] BAGER, Alex. 475 milhões de mortes nas estradas brasileiras: a perda de biodiversidade por acidentes com veículos. 2018. Disponível em: <https://bab.empresendedor-academico.com.br/475-milhoes-mortes>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- [3] BRAGA, Eduardo. Novas determinações do processo de reprodução do espaço da metrópole Manauara. Acesso em 05 nov. 2021
- [4] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. Manual de Pavimentação. 2006. 274 p.
- [5] \_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual para atividades rodoviárias ambientais. Rio de Janeiro, 2005. Acesso em: 01 nov. 2021.
- [6] CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO Nº001, 23 DE JANEIRO DE 1986. Acesso em: 26 set. 2021
- [7] CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO Nº 237, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1997. Acesso em: 05 de Nov. de 2021
- [8] Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT. Manual de Conservação Rodoviária. Publicação IPR-710, 2005. Acesso em: 01 nov. 2021
- [9] Manual de instruções ambientais para obras rodoviárias. Curitiba: SETR/DER e UFPR/FUPEF, 2000. 246 p. Acesso em 01 nov. 2021
- [10] Manual de licenciamento ambiental: guia de processamento passo a passo. Rio de Janeiro: GMA, 2004.
- [11] NAIME, Roberto. Impacto ambiental em estradas – Impacto ambiental das obras civis. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (programa de pós-graduação em engenharia ambiental), Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do RS (projetos de EIA-RIMA -



programa de atualização permanente do CREA), março de 2002. FEPAM. Site oficial. FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - RS. Disponível em: [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br). Acesso em: 20 out. 2021

[12] PANAZZOLO, Adriano Peixoto et al. Gestão ambiental na construção de rodovias: o caso da br-448 - rodovia do parque. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 3., 2012, Bento Gonçalves. Anais. [S.l.:s.n.], 2012. Disponível em: [https://siambiental.ucs.br/congresso/anais/verArtigo?id=46&ano=\\_terceiro](https://siambiental.ucs.br/congresso/anais/verArtigo?id=46&ano=_terceiro). Acesso em: 31 out. 2021.

[13] SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 384p.

[14] SEINFRA. Disponível em: <<https://www.seinfra.am.gov.br/governador-wilson-lima-entrega-a-rodovia-estadual-am-070-modernizada-e-duplicada/>>. Acesso em: 04 abr. 2022.

# Capítulo 10

## *Manifestações patológicas causadas por agentes físicos e biológicos em uma residência mista na cidade de Manaus – AM*

*Luan Cristian Brasil Azevedo*

**Resumo:** As manifestações patológicas são corriqueiras e quase sempre visíveis e destarte sendo uma ameaça para os habitantes das residências, podendo comprometer a vida humana e a estrutura física da construção. Esta pesquisa vem procurando analisar as causas de manifestações patológicas por meio de um estudo de caso em uma residência na cidade de Manaus – AM. Sendo assim, para o alcance das respostas pretendidas procurou-se embasar-se em revisão bibliográfica que tratam do tema relacionando os possíveis fatores para a problemática em questão. Assim sendo este trabalho acadêmico se emoldura de natureza básica, dentro de uma abordagem qualitativa e como procedimentos técnicos utilizou-se do estudo de caso. Os instrumentais metodológicos elegidos possibilitarão a execução do trabalho, identificando, classificando as patologias existentes quanto à sua formação e origem em uma residência na cidade de Manaus, propondo também ações corretivas para cada uma das degradações identificadas através do levantamento das eventuais causas. Considerando como provável hipótese causadora das patologias em residência o clima, o contato com a água, e até mesmo o tempo. Dessa forma, conclui-se que os trabalhos da construção civil serão mais fortalecidos e com credibilidade se as empresas passem a investir em ações de serviços, desde a etapa inicial na sondagem do terreno, quanto ao lençol freático, o tipo de solo, impermeabilizando vigas baldrames e áreas molhadas, entre outros. Após a construção finalizada é mais difícil encontrar soluções duráveis para as patologias que surgiram, por conta de falhas técnicas na hora da execução.

**Palavras-chave:** Manifestações Patológicas, Construção Civil, Recuperação das Patologias.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos momentos atuais, uma das maiores preocupações da Engenharia Civil consiste no aumento da durabilidade e da vida útil das edificações residenciais e comerciais (KRUGER, 2010). Nesse sentido muitas modificações no que concerne ao uso dos recursos tecnológicos, práticas construtivas e materiais empregados nas construções vêm sendo cuidadosamente estudado e inspecionados por muitas empresas que realizam este tipo de trabalho, visando com isso oferecer serviço de qualidade aos clientes.

Por conseguinte, esta pesquisa tem como proposição a temática Patologias em residência e com observância para as manifestações patológicas causadas por agentes físicos e biológicos. A saber, a palavra patologia apareceu na área médica com o propósito de para expressar algo avaliado como anormal no corpo humano. Já na construção civil, esse termo é usado para designar algum problema ou falha na construção. Para identificar a patologia é necessário considerar as origens e causas através dos seus sintomas (TORRES; SILVA, 2015)

Consoante ao tema investigado o objetivo foi analisar as causas de manifestações patológicas por meio de um estudo de caso em uma residência na cidade de Manaus – AM, estabelecendo possíveis medidas corretivas para cada uma das degradações identificadas. Para esta finalidade foi necessário empreender pesquisas em literaturas de conformidade com o temário estudado e que subsidiasse as argumentações pretendidas. O aparecimento destas patologias nas edificações é de grande importância, pois além da presença delas ser um indício de que algo está errado, o tipo de patologia norteia o profissional para a decisão de qual método construtivo irá utilizar para sua correção (TOMÉ, 2010).

Diante do exposto, o aludido trabalho tem sua extrema relevância para ciência, para a sociedade, para as empresas e os profissionais que realizam o serviço. Diz-se que somente as observações, as análises, os exames clínicos, são capazes de diagnosticar os males que acometem um corpo e certamente apresentarão as possíveis soluções para os problemas identificados.

Em síntese, esta pesquisa segue seu curso tratando dos elementos textuais, tema, Tema/problema, Hipóteses de pesquisa, Justificativa, Objetivos, Referencial teórico, Metodologia, Cronograma, Resultados e Conclusão.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É comum no desenvolvimento de um projeto encontrar e desenvolver problemas na execução de uma obra, e nesse processo podem aparecer patologias, que além de causarem danos nas estruturas, a estética dos imóveis não ficam agradáveis, e para além disso, essas patologias ainda podem causar danos a saúde dos moradores.

### 2.1. PATOLOGIAS DE ESTRUTURAS RESIDENCIAIS

Patologia dentro da construção civil é o estudo de falha de qualquer tipo em edificações. Entendendo que existem vários tipos de patologias que colocam em risco a estrutura da residência. França (2011) cita que essas anomalias são definidas como demonstração de patologias. Por ocorrem modificações anatômicas e funcionais a patologia se dedica a esse tipo de estudo.

As principais patologias recorrentes em uma residência são:

**Umidade:** para se identificar a umidade se deve atentar as patologias que envolvem cada situação. A umidade causa vários tipos de danos: desgaste de estrutura, bolores, goteiras, eflorescências, mofos e etc. a umidade coloca em risco não só uma obra, mas como a saúde de quem ocupa esses espaços. E os maiores desleixos de obras são elas, por falta de cuidado na execução do projeto, as vezes por falta de conhecimento por não ter formação para isso, ou até mesmo por falta de senso comum, indo atrás de soluções mais rentáveis, mesmo por desatenção dos trabalhadores de uma obra (ROCHA, 2019).

Por causar muita degradação nas estruturas a umidade pode levar a diversas situações, formando eflorescências e subflorescências, sulfatos. A estabilização da umidade nas paredes pode comprometer as estruturas e a funcionalidade delas – por exemplo a habitação desses lugares – por falta de isolamento térmico ou de naturezas, como a econômicas e de higiênica (consumo de eletricidade, mofo, etc.) (BERTOLINI, 2010).

**Infiltrações de água:** recorrentes em obras, essas infiltrações podem ocasionar muitos danos as estruturas, deixando um aspecto descortês. Suas aparições normalmente vêm pelas paredes e pisos, tendo em vista que são as áreas de maior contato com o solo, e eles podem ser ocasionadas por outros fatores, como vigas e rachaduras. As manchas de umidade são uma das características mais comuns no que tange problemas em estruturas, seguindo de corrosões, troca de coloração de revestimentos, fissuras, deslocamento de revestimentos, bolor, algas, fungos, líquen e etc. (ROMAN, 2011).

**Eflorescência:** são manchas esbranquiçadas que normalmente aparecem em pisos, paredes e teto, e o agente causador disso vem da infiltração de água, então é comum achar essa patologia em lugares com bastante umidade. E se tratando de agente solúveis basta utilizar água, se caso o local já esteja danificado

Para o caso da eflorescência deve se atentar as três condições: pressão hidráulica, a presença de água e teor de sais solúveis. Para evitar que esse tipo de ocorrência, é preciso observar a origem e eliminar uma dessas condições. (FERNANDES, 2021).

**Bolor:** é um tipo de fungo que se reproduz principalmente em paredes e a razão desse fungo se dá pela umidade. Os danos à saúde das pessoas com contato com esse fungo podem ser uma grande problemática, podendo destacar problemas respiratórios (principalmente em pessoas alérgicas). Para solucionar esse problema é preciso realizar consertos nas infiltrações e depois aplicar um produto específico para isso (fungicida, por exemplo).

“Para solucionar que o bolor não se desenvolva desde o processo de execução da obra, providências precisam ser executadas, como ventilação de ambiente adequada, iluminação e isolamento aos ambientes e sempre evitar os riscos de infiltração de água pelas paredes ou pisos”. (DUARTE, 2009)

Mofos: é uma espécie de fungo que se forma de esporos que circula pelo ar e se reproduz também através da condição de cada ambiente, por exemplo, locais com muita umidade e pouca ventilação. Outro fator que possa aparecer esses fungos são vazamentos nas encanções das estruturas, tanto na área interna quanto externa. “A umidade é o maior causador de fungos na superfície como paredes, mas a temperatura pode influenciar muito na formação desses fungos” (SOUZA, 2008).

Trincas e fissuras: Ludovico (2016) nos fala que a terminologia de patologia é utilizada quando uma execução de uma estrutura não está saindo como o planejamento feito, podendo ser pelas capacidades (estéticas, funcionais ou mecânicas). Tendo em vista que as trincas são patologias que surgem em paredes até podendo ser em concreto, entendendo o movimento do corpo natural, a tensão sendo maior e mais resistente, maior ser o trinco e a fissura.

Segundo a NBR 9575: 2013, fissura é espaço originado por ruptura de um material ou componente com distância igual ou inferior a 0,5 mm. A trinca é o espaço originado por ruptura de um material ou componente com uma distância superior a 0,5 mm e inferior a 1mm.

## **2.2. MANAUS: COMO O CLIMA INFLUÊNCIA EM PATOLOGIAS**

Como não houve planejamento na cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, Roleri (2020) cita que é comum observar áreas de invasões em encostas, barrancos e nas beiras dos igarapés, essas regiões são desassistidas em saneamento básico, iluminação, obras irregulares, infraestruturas e etc. E dentro da construção civil, essas condições, além do clima da cidade, podem contribuir para o desenvolvimento de patologias em residências.

O aumento populacional da cidade de Manaus durante os anos, foi marcado por relações econômicas e sociais. Segundo Silva (2020), esse deslocamento de moradia em regiões de encostas e igarapés, está ligado ao aspecto socioeconômico, na qual naturalmente está ligado os problemas de habitação e moradia, levando pessoas a colocar sua integridade e vida em risco.

Entendendo ainda mais a realidade dessas construções, Mariosa (2017) nos fala que é comum nessas regiões a construção de residências mistas, ou seja, uma casa construída de madeira e alvenaria, mas poucas são feitas apenas de alvenaria, entendendo que essas regiões são habitadas por pessoas sem condições financeiras, e o uso de madeira ou alvenaria reaproveitada é mais viável para condição de moradia dessas pessoas, mesmo que isso traga consequências irreversíveis a estrutura e durabilidade da obra.

A geomorfologia, hidrografia, solo, vegetação e principalmente o clima influencia muito nas condições de desenvolvimento de patologia de uma obra, Lessa (2019) cita que a umidade é o maior fator de clima da cidade de Manaus, além das temperaturas relativamente altas, e o período sazonal das estações do ano, que influencia completamente no planejamento e andamento de construção. Então uma temperatura muito alta e muita umidade, desencadeia patologias nesses tipos de residências, entendendo até o fato de estarem totalmente expostos a essas condições.

### 2.3. CAUSAS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES.

As maiores decorrências de patologias em uma construção são em grande parte por falta de planejamento, Mitzsuzaki (2019) fala que nesse período do projeto é onde ocorre a maior parte de incidências que levam a desenvolverem patologias 45%, é importante a análise e a forma de execução, até mesmo no decorrer da obra pode-se apresentar patologias nesse período. Nessa fase que ocorre as maiores problemáticas de uma obra, como: divergências na obra, falta de mão de obra técnica e a falta de informação.

Falhas podem ocorrer na execução, Oliveira (2021) cita que elas representam 22% das causas de patologias, e isso ocorre por falta de planejamento adequado, organização, direcionamento, mão de obra com qualificação, falta de condições ideais para o trabalho e falta de equipamentos específicos para cada parte de execução de uma obra e a falta de fiscalização competente.

Muitas das vezes o barato sai caro, e se levando em consideração uma obra, essa expressão popular é muito verdadeira, Lapa (2008) nos traz que essa é uma das maiores causadoras de falhas em obras e desenvolvimento de patologias, o uso de material de baixa qualidade, ele remete a 15% dos agentes causadores de patologias. É importante ter atenção nesse período da obras, como no manuseio desses materiais, sempre verificar as normas técnicas e fabricantes. Ter materiais de qualidade são super importantes para que a obra saia como planejado e que não aconteça eventuais problemas no futuro.

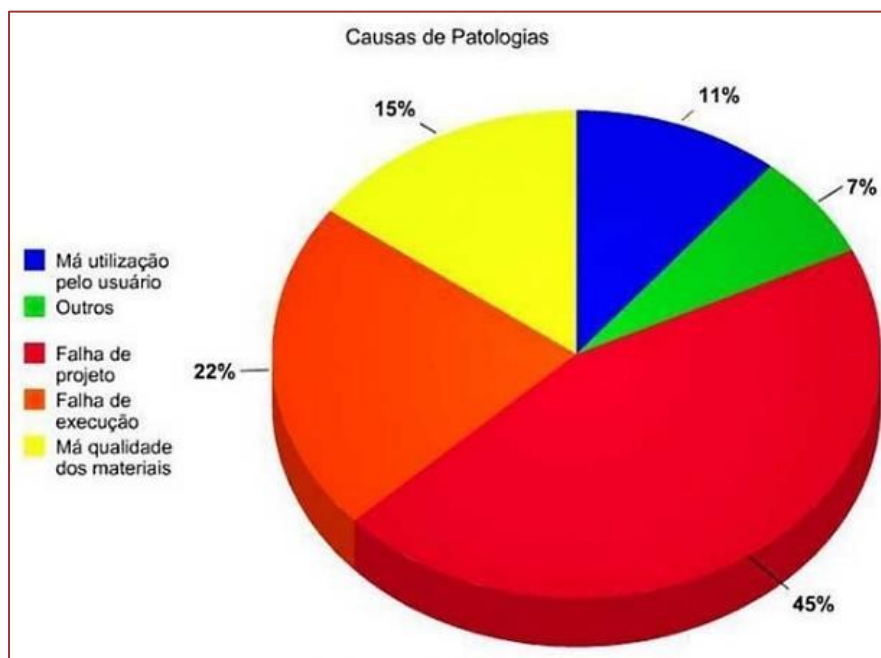
O aumento populacional da cidade de Manaus durante os anos, foi marcado por relações econômicas e sociais. Nisso, o deslocamento de moradias em regiões de encostas e igarapés, liga-se ao aspecto socioeconômico, na qual naturalmente está unido com os problemas de habitação e moradia, levando pessoas a colocar sua integridade e vida em risco (SILVA, 2020).

Falhas podem ocorrer na execução, representando 22% das causas de patologias, ocorrendo por falta de planejamento adequado, organização, direcionamento, mão de obra com qualificação, falta de condições ideais para o trabalho e falta de equipamentos específicos para cada parte de execução de uma obra e a falta de fiscalização competente (OLIVEIRA, 2021).

As principais causas das patologias em uma obra podem ser descritas conforme a Figura 1.

É importante salientar, que esses problemas de patologias podem e devem ser evitados, afim que patologias não interfira na qualidade e no bem estar de uma residência, bom planejamento, materiais de qualidade, mão de obra qualificada, localização do terreno e entre outros é uma das possíveis soluções para esse problema, que atrapalha tanto a estética como a saúde e durabilidade da obra.

Figura 1. Gráfico sobre causas de patologias em uma obra



Fonte: [http://www.forumdaconstrucao.com.br/materias/imagens/01620\\_02.jpg](http://www.forumdaconstrucao.com.br/materias/imagens/01620_02.jpg)

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia teve por finalidade apresentar os instrumentais metodológicos que foram utilizadas para realizar uma investigação, pesquisar e estudar objeto investigado. O objeto de estudo deste trabalho foi diagnosticar e propor um olhar para as manifestações patológicas identificadas na edificação de uma residência na cidade de Manaus causada por agentes físicos e biológicos. As ferramentas que utilizamos para a coleta das informações possibilitaram o alcance dos objetivos propostos neste trabalho acadêmico.

Este trabalho acadêmico tem sua natureza classificada como pesquisa básica, que segundo Kauark (2010, p.26) objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais.

Similarmente, se fez a sistematização do tema pesquisado dentro da abordagem qualitativa, de maneira que a descrição seja compreensível e contemple os objetivos elencados. À abordagem qualitativa, não se utiliza aspectos quantitativos, pois acontece no ambiente natural, é fonte direta para a coleta de dados do pesquisador. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para Kauark (2010, p, 26):

“considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”. A interpretação dessa abordagem, ou seja, dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

Os objetivos deste trabalho foram tratados dentro da pesquisa descritiva, Kauark (2010, p.10) salienta que: visa descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento.

Perante a esse contexto e em defesa da pesquisa quantitativa este trabalho buscou refletir sobre a questão: Quais as principais patologias encontradas na residência e como identificar e tratar? Para a investigação e levantamento de informações foram estabelecidos 03 ( três) objetivos , sendo : realizar uma revisão bibliográfica sobre patologias corriqueiras encontradas em estruturas residenciais, relacionando os possíveis fatores para a problemática em questão; Identificar e classificar as patologias existentes quanto à sua formação e origem em uma residência na cidade de Manaus e mostrar as causas e propor ações corretivas para cada uma das degradações identificadas através do levantamento das eventuais causas.

Assim como se utilizou do método de procedimento técnico o estudo de caso, como uma das ferramentas para coletar dados, visto que, sendo este um tipo de pesquisa aonde o foco é voltado para um caso específico, com o intuito de conhecer todos os aspectos e causas de forma profunda. É um tipo de pesquisa considerado a mais adequada quando se trata da investigação de algum caso ou fenômeno (MENEZES *et al.*, 2019)

É importante atentar para a utilização do estudo de caso, Pereira (2018, p. 73) esclarece que: para realizar um estudo de caso, torna-se importante inicialmente verificar se existe o caso, isto é, se há algum fenômeno relevante, que apresente interesse para algum grupo ou para a sociedade. É preciso então identificar, que características e/ou importância tornam o estudo um caso. Essa identificação inclui a definição de um problema a ser estudado. [...]

Igualmente, ao encaminhar a pesquisa através de um estudo de caso os resultados foram descritos, analisados da forma mais detalhada e aprofundada o possível. Por meio do estudo de caso se agrega subsídios para as tomadas de decisão em relação ao fenômeno em estudo.

### **3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS RESIDENCIAIS:**

Para o cumprimento desta finalidade, *a priori* quando da elaboração deste projeto fez-se o levantamento dos acervos bibliográficos a serem como revistas, artigos científicos, livros, monografias, teses, com foco na área, envolvendo as manifestações patológicas que causam problemas nas estruturas prediais.

Nesse processo de buscas referenciais se utilizou das palavras chave: manifestações patológicas, construção civil, recuperação das patologias. Diante dos resultados obtidos, fizeram-se leituras, fichamentos e análise dos documentos das abordagens de pesquisa e sobre a temática em estudo as patologias corriqueiras encontradas em estruturas residenciais, relacionando os possíveis fatores para a problemática em questão, bem como os instrumentos de constituição de dados e as metodologias utilizadas.



### **3.2. IDENTIFICAR E CLASSIFICAR AS PATOLOGIAS EXISTENTES QUANTO À SUA FORMAÇÃO E ORIGEM EM UMA RESIDÊNCIA NA CIDADE DE MANAUS:**

Por conseguinte, o objetivo 2, buscou identificar os fatores climáticos e territoriais da região amazônica e a maiores patologias existentes na residência investigada e que são desenvolvidas por esses fatores, de forma que se pudesse classificar as enfermidades quanto à formação e origem que danificam as estruturas da edificação.

Para esta finalidade foi delimitado uma área residencial localizada na rua 15 do bairro Novo Aleixo, Manaus.

Uma vez que a intencionalidade foi verificação e observação *in loco* a residência localizada na área delimitada que apresentavam manifestações patológicas em seu organismo bem como as possíveis causas das degradações ou desgaste nos esqueletos arquitetônicos da residência em estudo. Da área foi selecionada uma residência com a finalidade de buscar informações sobre patologias em residências, realizou observações e registros por meio de registro fotográficos o local.

Como também, se fez anotações possíveis sobre a problemática identificada, tudo embasado nas bibliografias consultadas e estudadas. Desta maneira se pode diagnosticar possíveis causas e sugerir soluções de correção para tais processos que acometem as residenciais que ficam expostas ao tempo e sem um tratamento preventivo para sua conservação.

### **3.3. ANALISAR AS CAUSAS QUE LEVAM A ESSAS PATOLOGIAS E A SOLUÇÕES PARA ESSE PROBLEMA.**

No objetivo 3, trabalhou-se os danos causados pelas manifestações patológicas encontradas na residência, e as causas que podem ocorrer dentro de uma obra. Buscamos encontrar as melhores opções de tratamento e com informações corretas solucionar ou minimizar maiores danos à saúde da habitação. Depois que identificamos essas degradações, suas eventuais causas, procederam-se a recuperação do imóvel sem danificar a estrutura da residência. Foram tratadas as manifestações patológicas mais visíveis e emergentes encontradas na residência, como: mofo, eflorescências, ferrugens, fissuras na madeira, fungos.

Dizendo que várias patologias podem ser encontradas em residências mistas, como fissuras, desnivelamento de superfícies, entre outros. Contudo podem ser recuperadas e tratadas evitando maiores danos no arcabouço físico da casa.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foi realizado uma vistoria em uma residência mista no bairro Novo Aleixo, zona norte de Manaus. A estrutura da residência existe há anos. Não houve um projeto específico para a construção dessa residência, a casa foi construída por ajuda de familiares e profissionais sem nenhum embasamento técnico. Ao longo da conversa com o morador da residência, ele não sabia nada referente a patologias em construção, nem os riscos à saúde que eles podem ocorrer e até a integridade física, como também não sabia sobre métodos de prevenção e solução desses problemas.

As patologias identificadas foram: mofo, eflorescências, ferrugens, fissuras na madeira, fungos, goteiras, encanação expostas, fiação elétrica exposta, ferrugens.

Cerca de 80% da residência é composta por madeira (ripa) e os outros 20% de concreto e alvenaria, e por falta de planejamento pode se notar que algumas patologias são bem evidentes, principalmente mofo e infiltração de água, canos expostos, ferrugens no telhado, eflorescência e bastante fissuras nas madeiras. Notou-se que nos cômodos não tem ventilação de ar, e como a área de fora não é cimentada, faz que a umidade seja muito alta.

A residência é própria moram nela desde 2006, mas a estrutura já existia antes desses moradores chegarem, a casa tem cômodos 4 (único cômodo que contém alvenaria é o banheiro, que é misto de concreto, madeira e alumínio) e residem 2 pessoas, e ao longo do tempo, alterações foram feitas na residência sem uma análise prévia ou mão de obra qualificada, mas em contrapartida, acarretaram muitos problemas de saúde nos moradores como alergia forte e até sinusite. Abaixo imagens que mostram as patologias encontradas na residência.

Foto 1. Frente da residência, e se nota eflorescências e mofo já na entrada



Fonte: Autoria própria (2021)

Foto 2. Fiação elétrica exposta



Fonte: Autoria própria (2021)

Foto 3. Encanação exposta e deslocamento de pintura



Fonte: Autoria própria (2021).

Foto 4. Fissuras na madeira



Fonte: Autoria própria (2021).

Foto 5. Banheiro da residência, nota -se fungos, mofo, eflorescência, ferrugens



Fonte: Autoria própria (2021).

Foto 6. Ferrugens na madeira



Fonte: Autoria própria (2021).

Foto 7. Fissuras, trincas e goteiras



Fonte: Autoria própria (2021).

Foto 8. Fios elétricos expostos junto com goteiras



Fonte: Autoral (2021).

## 5. CONCLUSÃO

Quando se iniciou o trabalho de pesquisa constatou-se que as patologias são problemas recorrentes em residências, seja por falta de planejamento, má execução, material de baixa qualidade ou reaproveitados. Entendendo também a região amazônica com a alta umidade e as temperaturas elevadas, esses inconvenientes podem aparecer com mais frequência. Tendo em vista também, que a desigualdade social faz com que pessoas carentes procurem ocupações e locais de riscos para construir suas casas e assim a vulnerabilidade e a exposição da obra e da saúde pode acarretar várias situações desagradáveis e irreversíveis.

A revisão bibliográfica sobre patologias corriqueiras encontradas em estruturas residenciais mostrou uma vasta literatura e autores que descrevem sobre o tema, e o quanto se dialogam entre si no meio das problemáticas de uma construção, o desenvolvimento de problemas e a busca por soluções.

Adentrando nas classificações das manifestações patológicas, foi identificado e classificado patologias existentes quanto à sua formação e origem, onde na história da residência grande parte delas surgiram devido materiais de baixa qualidade e influência do clima da cidade

Além dos problemas de patologias encontradas, dentro do diálogo com o morador, informações foram repassadas para o mesmo, como prevenir e evitar futuros problemas, como também, as possíveis soluções para os problemas existentes.

Por fim, sugere-se que a temática tenha que ser mais aprofundada no currículo escolar, tendo em vista a importância de saber analisar e buscar soluções de forma ampla e correta sobre patologias, entendendo que qualquer obra está suscetível a esses problemas. A falta de planejamento por órgãos públicos, a desigualdade social e a falta de informação correta fazem com que essa problemática se amplie cada vez mais em nossa sociedade. Diante disso as instituições se fazem de suma importância quanto a isso, podendo adentrar mais na temática e ampliar o currículo escolar, e assim poder dar mais embasamento a futuros profissionais da construção civil.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR 15575-5:2013, Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.
- [2] BERTOLINI, Luca. Materiais de construção: patologias, reabilitação, prevenção. São Paulo. Oficinas de textos, 2010. Disponível em: Acesso em:
- [3] DUARTE, João Vicente Roberto. Análise da estrutura física de uma unidade de produção de refeições: a influência do layout e do fluxo produtivo na obtenção de alimentos seguros. 2006. 91 f. Monografia (Especialização em Gastronomia como Empreendimento) -Universidade de Brasília, Brasília, 2006. DISPONIVEL EM: <https://bdm.unb.br/handle/10483/299>. Acesso em: 25/11/2021.
- [4] FERNANDES, Matheus Cunha. Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas – sistematização dos casos e propostas de intervenção. 2021. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32006>. Acesso em: 25/11/2021.
- [5] FRANÇA, Alessandra A. V. et. al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Techne. 2011. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>>. Acesso em: 24 de novembro de 2021.
- [6] KAUARK, Fabiana. Metodologia da pesquisa: guia prático / Fabiana Kauark,

- [7] KRUGER, Gisela Jeske [et.al]. Arquiteta e Urbanista, Mestre em Arquitetura e Urbanismo Análise de Patologias em Residências Unifamiliares do Século XII Semana de Extensão, Pesquisa e Pós-Graduação – SEPesq Centro Universitário Ritter dos Reis XII Semana de Extensão, Pesquisa e Pós-Graduação SEPesq – 24 a 28 de outubro de 2016.
- [8] LAPA, José Silva, Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>. Acesso em: 25 nov. de 2021.
- [9] LESSA, Roberto Epifânio. Análise antropogeomorfológica da bacia hidrográfica do Mauzinho (Manaus/AM). 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7110>. Acesso em: 25/11/2021.
- [10] LUDUVICO, Thesse Souza. WATER RESISTANCE PERFORMANCE: WINDOW AND WALL INTERFACE. 2016. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/7928>. Acesso em: 25/11/2021.
- [11] MARIOSA Duarcides Ferreira , Georges Marcos Ricardo Rosa, Ferraz Renato Ribeiro Nogueira , Benedicto Samuel Carvalho De. Cerrados, Sustentabilidade socioambiental, padrão construtivo habitacional e comunidades Ribeirinhas do Tupé - Manaus, Amazonas, Vol. 15, N<sup>o</sup>. 1, 2017, páginas 30-52. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6057049>. Acesso em: 25/11/2021.
- [12] MENEZES, A. H. N. et al. Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância. Petrolina-PE: [s.n.], 2019. p. 1-84.
- [13] MITZSUZAKI, Caio Yukio Yasuda et al. Patologias na Construção Civil. Pesquisa e Ação, Mogi das Cruzes, v. 5, n. 4, p. 132-145, dez. 2019.
- [14] OLIVEIRA, Kelly Aparecida de. OLIVEIRA, Ricardo Fonseca de. ANÁLISE DAS PATOLOGIAS EM IMÓVEIS RESIDENCIAIS. GETEC, v.10, n.26, p.90-89/2021. Disponível em: ANÁLISE DAS PATOLOGIAS EM IMÓVEIS RESIDENCIAIS | Aparecida de Oliveira | Revista GeTeC (fucamp.edu.br). Acesso em: 26 de novembro de 2021.
- [15] PEREIRA, Adriana Soares. Metodologia da pesquisa científica [recurso eletrônico] / Adriana Soares Pereira ... [et al.]. – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.
- [16] PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, E. C. D. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013. p. 1-277.
- [17] ROCHA, João Vítor; MARCO, Gerson de. Manifestações patológicas em relação a umidade. UNIARA, Araraquara, São Paulo, 2019. Disponível em: [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_joao\\_vitor\\_rocha.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_joao_vitor_rocha.pdf). Acesso em: 23/11/2021.
- [18] ROLLERI D. A. M.; Alencar D. B. de. ANÁLISE PRELIMINAR SOBRE A AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS NAS REGIÕES DE OCUPAÇÕES IRREGULARES NA ZONA OESTE DA CIDADE MANAUS. Revista Artigos. Com, v. 13, p. e2424, 6 jan. 2020. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/2424>. Acesso em: 25/11/2021
- [19] ROMAN, Humberto Ramos. Análise de manifestações patológicas em edifícios de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em empreendimentos de interesse social de Santa Catarina. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95650>. Acesso em: 25/11/2021.
- [20] SILVA, G. M.; ALVES, A. C.; SANTOS, M. Q. DOS. DINÂMICA SOCIOESPACIAL E PROBLEMAS URBANOS NA MICROBACIA DO IGARAPÉ DO QUARENTA, MANAUS-AMAZONAS. Revista Tocantinense de Geografia, v. 9, n. 19, p. 101-114, 30 set. 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/geografia/article/view/10152>. Acesso em: 25/11/2021.
- [21] SOUZA, Marcos Ferreira de. "PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES". Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: [https://minascongressos.com.br/sys/anexo\\_material/63.pdf](https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf). Acesso em: 25/11/2021.

[22] TOMÉ, A. Investigação das Manifestações Patológicas encontradas nas Edificações Pré-Fabricadas da UnoChapecó, Campos Chapecó. Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Curso de Engenharia Civil. Chapecó, 2010.

[23] TORRES, Ariela da Silva; Silva, Juçara Nunes da. Patologias nos sistemas construtivos das edificações do início do século XX no Sul do Rio Grande do Sul – Estado de caso de residencia na cidade de Rio Grande/RS. REEC – Revista Eletrônica De Engenharia Civil. v. 10, nº 1, 39-55, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/32936>>. Acesso em: 18 jun. 2020

# Capítulo 11

## *Patologia do pavimento asfáltico – Estudo de caso da Rua Perimetral Norte 1 – bairro Novo Aleixo*

*Matheus Lima da Silva*

**Resumo:** O pavimento flexível apresenta menor custo comparado ao rígido, o que justifica a sua aplicação em grande parte das rodovias, em contrapartida, o mesmo necessita de manutenção preventiva e corretiva para que se mantenha um padrão de vida útil dentro do que fora previsto. Manaus, capital do estado do Estado do Amazonas, encontra-se próximo a linha do Equador, o que explica os altos índices pluviométricos e grande incidência de raios solares que ao entrar em contato com pavimento causa um aumento considerável na sua temperatura, acarretando de modo geral em um processo de deterioração acelerada. Baseado nessa análise será apresentado um estudo sobre o levantamento das patologias no revestimento asfáltico em uma via dentro do bairro do Aleixo/AM., de modo que, ao identificar de forma superficial os defeitos encontrados seja possível determinar as suas características e suas possíveis causas embasados na revisão bibliográfica. O objetivo dessa pesquisa é a partir dos materiais e métodos, estabelecer o levantamento de dados que fundamentem a avaliação de cunho visual da superfície desse pavimento, alicerçados segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte) e a norma DNIT 005/2003 – TER. Segundo os dados adquiridos foi constatado que o pavimento encontra-se em um elevado estágio deterioração, corroborado pelo alto índice de panelas e remendos que somados representam 41,67 % das patologias indicadas, afetando de forma direta a finalidade da via que é possuir um revestimento com rolamento seguro, suave e confortável.

**Palavras-chave:** Pavimento Flexível. Patologias no Revestimento Asfáltico. Deterioração.



## 1. INTRODUÇÃO

O clima amazonense é um clima tropical úmido, uma das regiões mais quentes do Brasil, onde, o alto índice pluviométrico e elevada umidade relativa, eliminam ou diminuem a estação seca, dificultando as tarefas de execução das obras em pavimentação na cidade. A areia asfalto usinada a quente tem sido o principal material utilizado no revestimento das vias urbanas, em Manaus, entretanto o aumento do número de veículos comerciais e da carga transportada por eixo tem levado ao fracasso prematuro dos pavimentos, conseqüentemente o aumento das diversas patologias em algumas ruas da capital.

O conhecimento prévio desses problemas patológicos nos dá inúmeras vantagens no que diz respeito à conservação e manutenção do pavimento, pois com o levantamento de um diagnóstico confiável, é possível tomar decisões no que diz respeito em como e quando será necessário fazer intervenções para que ele não perca o seu desempenho, controlando de forma rígida todos os mecanismos que favorecem a queda de serventia do mesmo. Sendo assim emerge o questionamento de nosso estudo: Quais as principais patologias presentes no pavimento asfáltico da rua Perimetral Norte I, no bairro Novo Aleixo?

Com base nesse questionamento, esse estudo assume o objetivo de identificar a principal patologia na Rua Perimetral Norte I e as suas possíveis causas, e que possam ser avaliadas, permitindo um diagnóstico do pavimento e sugerir possíveis soluções. Este por sua vez foi dividido: (i) abordar contexto histórico conceitos relacionados ao pavimento asfáltico no Brasil; (ii) realizar uma avaliação visual do estado do pavimento por meio de registros fotográficos; e (iii) apontar e mostrar de forma evidente as deformidades da área de estudo e as possíveis causas da patologia mais evidente na via de objeto desse estudo de caso.

Ao observar a estrutura de um calçamento regional, nota-se que ele está submetido a uma degradação descontrolada, sendo que a intenção deste pavimento seria resistir a demanda do tráfego e as chuvas abundantes por, sendo que o intuito deste está em resistir às demandas do tráfego e as intempéries por anos, contudo, ainda que se faça um reparo pontual em um curto espaço de tempo, as patologias aparecem originando resultados prejudiciais mais ofensivas do que no primeiro estágio.

Essas conseqüências podem estar ligadas à ausência de previsão do tráfego intenso na rua ora estudada, a ineficiência no cumprimento na hora do asfaltamento, as falhas na dosagem da combinação, ausência de qualidade no material, entre outros. Sendo assim, em busca de tais repostas é indispensável um estudo preciso para que com os conhecimentos adquiridos e confirmados, possam aceitar medidas de reserva para crescer o tempo de vida útil do pavimento.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O primeiro objetivo de nosso estudo vem abordar contexto histórico e conceitos relacionados ao pavimento asfáltico no Brasil, nas palavras de Senço (1997, p. 3), na evolução dos meios de transporte terrestres, com o homem dirigindo seu próprio veículo, o transporte rodoviário, muito embora nem sempre seja possível situar as épocas exatas de passagem de um estágio de desenvolvimento a outro, pois a evolução teve início com a picada e atingiu o elevado nível das vias expressas e autoestrada de hoje, algumas etapas, no entanto, podem ser estabelecidas.

Quando montou um animal, o homem deu um passo adiante nessa evolução, conseguindo maior rendimento das viagens à custa, obviamente, de melhorias que teve que introduzir nos caminhos. Mais tarde, atrelou um rústico veículo a esse animal, melhorando o rendimento das viagens, com a contrapartida de ter de melhorar ainda mais os caminhos. Essa passagem foi conseguida graças a roda, uma das invenções mais importantes no ramo dos transportes e um verdadeiro passo de gigante na evolução.

O passo seguinte seria o ataque à natureza. Até então, o homem era ainda inteiramente condicionado pelo meio ambiente e pela topografia dos terrenos por onde circulava. Ao encontrar uma elevação ou uma depressão, via-se na contingência de contorná-las; ao encontrar um curso d'água, via-se na contingência de procurar lugares mais rasos, que permitissem passagem. As necessidades, criadas com os crescentes volumes e cargas a serem transportadas com frequência a distâncias cada vez maiores, obrigou o homem a procurar exercer controle sobre o meio, alterando os caminhos, cortando, aterrando e construindo obras de passagem sobre os cursos d'água.

Nessas condições, com o aumento cada vez maior da frequência das viagens, na medida em que o transporte se tornava imprescindível para a própria sobrevivência dos povos, outro problema tinha que ser resolvido ou, pelo menos, ter seus efeitos atenuados: os caminhos e as estradas precisavam ser transitáveis em qualquer época do ano. A forma natural de resolver esse crucial problema, evitando que, em muitas regiões, as estradas não dessem passagem praticamente por metade do ano, foi revestir o leito carroçável, dando-lhe estabilidade, inclusive na época das chuvas.

Percorrer a história da pavimentação nos remete à própria história da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Como os pavimentos, a história também é construída em camadas e, frequentemente, as estradas formam um caminho para examinar o passado.

De acordo com Bernucci *et al.* (2008) a via Ápia uma estrada romana, foi a primeira a ser nomeada em homenagem ao seu construtor, Appius Claudius, que a criou em 312 a.C. O objetivo era ligar Roma a Cápua (195km), permitindo ao exército romano chegar rapidamente, durante o período não-invernoso, às áreas de Campania e Samnium, retornando a Roma no inverno. Como as Figuras 1 e 2 nos mostra abaixo. Observa-se nessa foto que as vias eram pavimentadas com pedras.

Figura 1. Via Ostiense, ligando Óstia a Roma.



Fonte: Bernucci et al. (2008)

Figura 2. Via urbana em Pompéia, Itália.



Fonte: Bernucci et al. (2008)

Já nessa época se havia uma grande preocupação com diversos aspectos importantes para considerar uma boa pavimentação, como:

- drenagem e abaulamento;
- erosão;
- distância de transporte;
- compactação;
- sobrecarga;
- marcação.

Uma das primeiras estradas criada no Brasil, tem início em 1560, de acordo com Bernucci *et al.* (2008) trata-se do caminho aberto para ligar São Vicente ao Planalto

Piratininga. Em 1661, o governo da Capitania de São Vicente recuperou esse caminho, construindo o que foi denominada Estrada do Mar (ou Caminho do Mar), permitindo assim o tráfego de veículos. Hoje a estrada também é conhecida como Estrada Velha do Mar.

Figura 3. Estrada do Mar.



Fonte: História das rodovias (2004)

O autor supracitado nos diz que a Estrada Real (Figura 4 e 5), usada em Minas Gerais, ou Caminho do Ouro (designação usada em Paraty, Rio de Janeiro - RJ) teve a sua origem atribuída a uma trilha usada pelos índios goianás antes da chegada dos portugueses ao Brasil, daí o nome Trilha Goianá ser também uma designação do caminho, entre outras.

Figura 4. Resquícios do Estrada Real e pavimentação urbana em Paraty, RJ.



Fonte: Bernucci et al. (2008)

Figura 5. Resquílios Estrada Real e pavimentação urbana em Paraty, RJ.



Fonte: Bernucci et al. (2008)

Figura 6. Estrada União e Indústria foto à época de sua construção.



Fonte: CON CER (1997)

“Durante o governo militar (1964-1984), entre os projetos de estradas de destaque estão a Rodovia Transamazônica e a Ponte Rio-Niterói. Em 1985, o Brasil contava com aproximadamente 110.000km de rodovias pavimentadas, saltando em 1993 para aproximadamente 133.000km” (BERNUCCI *et al.*, 2008).

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia desenvolvida para realização deste trabalho foi feita por meio de um estudo de caso, analisando as diversas causas de patologias encontradas na via em estudo.



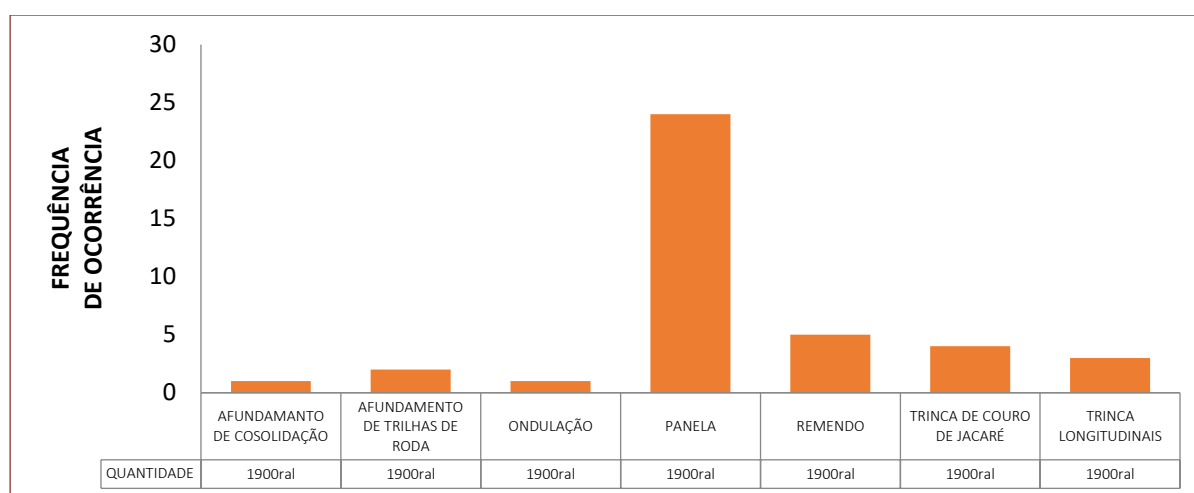
## 4. RESULTADOS

### 4.1. TIPOLOGIA DAS PATOLOGIAS DETECTADAS NA VIA

De acordo com Bernucci *et al.* (2018) os defeitos de superfície são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo uma terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003a). O alto índice do tráfego e a falta de operações constante para recuperação da via, com apenas remendos locais, surgem sérios problemas patológicos que ao longo do trecho analisado leva a um processo de degradação.

Tendo como base esse contexto, o segundo objetivo de nossa pesquisa buscou realizar uma avaliação visual do estado do pavimento por meio de registros fotográficos, onde foram detectados no cruzamento da rua Perimetral Norte I e a rua 21 a ondulação dificultando a entrada e saída de carros nas respectivas ruas (Gráfico 1).

Gráfico 1. Frequência de patologias no trec



ho analisado.

Fonte: Aatoria própria (2021)

A falta de estabilidade da mistura asfáltica, excessiva umidade do solo subleito, contaminação da mistura asfáltica, falta de aeração das misturas líquidas de asfalto. Segundo Bernucci *et al.* (2018) a corrugação devido à fluência da massa asfáltica – comprimento de onda da ordem de centímetros a dezenas de centímetros; em geral ocorre em área de aceleração ou desaceleração, rampas sujeitas ao tráfego de veículos pesados e lentos, curvas, entre outros locais.

As trincas de couro de jacaré são a segunda mais frequente na via de estudo. O aparecimento dessa patologia é o resultado de vários fatores. Segundo Frota *et al.* (2020) a baixa viscosidade dos materiais do revestimento a instabilidade nas subcamadas, espessura insuficiente do revestimento, a variação de temperatura além de deformações do fenômeno e da fadiga, podem causar essa deformação no pavimento. Ocorre devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito;

falha na dosagem de mistura asfáltica – excesso de ligante asfáltico; falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante (BERNUCCI *et al.*, 2018).

De acordo com Frota *et al.* (2020) o surgimento dessas patologias são: a temperatura de compactação ou da dosagem da mistura asfáltica e ligação inadequada dos pavimentos.

Os fatores que determinam o surgimento de tais patologias são: no caso do afundamento local é “a consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento e do subleito” DNIT 005/2003–TER. Complementar a ela, Frota *et al.* (2017) associa a falta de drenagem; e rupturas por cisalhamento localizadas. Segundo Bernucci *et al.* (2018) é um tipo de defeito apesar de estar relacionado a uma conservação da superfície e caracteriza-se pelo preenchimento de painéis ou de qualquer outro orifício ou depressão com massa asfáltica. Esse preenchimento de depressões ou painéis com massa asfáltica; apesar de ser uma atividade de conservação é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade do revestimento e por provocar danos ao conforto ao rolamento.

Frota *et al.* (2017) informa que as possíveis causas são: aplicação insuficiente de asfalto ou por ruptura da base associada a uma drenagem ineficiente, atrelado à ação do tráfego pode progredir ao ponto de remover o revestimento ou a base. Esta patologia tem o maior número de incidências na extensão da via, e principalmente no trecho que foi delimitado para o estudo como podemos ver na Figura 9 a seguir.

Figura 9. Patologia Painel ou buraco.



Fonte: A autoria própria (2021)

## 5. DISCUSSÕES

Por fim, nosso último objetivo foi apontar e mostrar de forma evidente as deformidades da área de estudo e as possíveis causas da patologia mais evidente na via de objeto desse estudo de caso.

Pela “suposta” avaliação do estado de conservação do pavimento por meio da investigação de patologias e em função do diagnóstico obtido, e buscar as suas possíveis causas e identificar as inúmeras patologias existentes em boa parte da rua analisada como: afundamento de consolidação, afundamento de trilhas de rodas, ondulação, remendos, trinca de couro de jacaré, trincas longitudinais e painéis.



Na via estudada a panela ou buraco é a deformação de maior evidência encontrada na rua, gerando assim um desconforto grande para o usuário. Segundo Pessoa Junior (2019) o tapa buraco é recomendável quando a patologia ocorre no trecho de modo esparso. Isso significa que o revestimento, como um todo, ainda apresenta um bom estado de conservação sem mais painéis ou trincas em sequência.

Tabela 1. Quantitativo de patologias na Perimetral Norte 1.

Patologia	Total
Afundamento de consolidação	1
Afundamento de trilha de roda	2
Desgaste	0
Escorregamento	0
Exsudação	0
Ondulação	1
Panela	24
Remendo	5
Trinca couro de jacaré	4
Trinca longitudinais	3
Trinca tipo bloco	0
Trinca transversais	0
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

Em alguns casos apenas a restauração pontual não seria o correto, pois dependendo do comprometimento do pavimento, logo aparecerão novas deformações na via. Portanto, nesse caso a solução ideal seria a restauração completa da rua e não apenas pontual. O autor referido afirma que para executar o processo de tapa-buracos ou remendos profundos em revestimentos já possivelmente degradados torna a rodovia retalhada e ainda a mantém sempre em mal estado de conservação, pois os mesmos trechos não “recuperados” podem formar novos buracos.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principal objetivo catalogar e identificar as patologias e o que possivelmente ocasionaram as deformações encontradas no objeto de estudo, a rua Perimetral Norte 1 no bairro Novo Aleixo na cidade de Manaus.

Durante o desenvolvimento desse estudo, pude concluir que muitos fatores são responsáveis pelo surgimento das patologias no pavimento, ou seja, não existe um fator predominante alguns agentes contribuem de forma direta ou indireta.

O trecho estudado nos mostra que a origem dessas patologias pode se dá pela fadiga no revestimento, o excesso de tráfego vinculado à falta de previsão e a incompatibilidade de mistura.

Fissuras, trincas (longitudinal e tipo couro de jacaré) e desgastes funcionam como alerta de que há a necessidade de reparo no pavimento e esse descuido pode-se acarreta

em outras patologias com alto grau de severidade como panelas, remendos e afundamentos (local e trilha de roda).

Com base nos resultados adquiridos foi constatado que o pavimento encontra-se em um elevado estágio de deterioração. Como podemos ver o maior índice de patologia na via é de panelas seguida de remendos e trinca de couro de jacaré que somados representam mais da metade das patologias indicadas.

Dependendo da gravidade da deformação, uma medida corretiva de remendo pontual não assegura o tempo de vida útil da estrutura do trecho, pois dependendo de como foi a sua execução ou o grau de comprometimento das camadas, um simples “tapa buraco” pode gerar danos que posteriormente custem um alto valor econômico.

Um levantamento bem executado das patologias no pavimento facilita o processo de recuperação da via, já que o intuito ao definir a melhor técnica de recuperação do pavimento é garantir o conforto e segurança do usuário, sempre buscando manter um parâmetro satisfatório.

## REFERÊNCIAS

- [1] BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projetos e Restauração. São Paulo. Oficina de texto, 2017.
- [2] BERNUCCI, L.B. et al. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro. Petrobras, Abeda, 2018.
- [3] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. NORMA 137/2010 – ES: Pavimentação – Regularização do Subleito – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2010.
- [4] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. NORMA 138/2010 – ES: Pavimentação – Reforço do Subleito – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2010.
- [5] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. NORMA 139/2010 – ES: Pavimentação – Sub-base Estabilizada Granulometricamente – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2010.
- [6] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. NORMA 141/2010 – ES: Pavimentação – Base Estabilizada Granulometricamente – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2010.
- [7] DNIT. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia Norma DNIT 005 /2003 - TER. Rio de Janeiro, RJ.
- [8] DNIT. Manual de Pavimentação, IPR/DNIT/ABNT, Publicação 719, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [9] DNIT. Manual de pavimentação. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2006.
- [10] DNIT. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, IPR/DNIT/ABNT, Publicação 7220, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- [11] DNIT. NORMA 005/2003 – TER: Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.
- [12] DNIT. NORMA 009/2003 – PRO: Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- [13] DNIT. Pavimento rígido - Defeitos - Terminologia Norma DNIT 061 / 2004 - TER. Rio de Janeiro, RJ.
- [14] DOMINGUES, F.A.A, MID – manual para identificação de defeitos de revestimentos asfálticos de pavimentos. São Paulo, s.n., 2018.
- [15] FROTA, C. A. et al; Análise Superficial de Revestimentos do tipo Areia Asfalto do município de

Manaus (AM) - Estudos Tecnológicos em Engenharia. Unisinos: Manaus, 2020.

- [16] FROTA, C. A. et al; Levantamento Visual das Patologias na Cidade de Manaus - Teoria e Prática na Engenharia Civil. Universidade Federal do Amazonas: Manaus, 2017.
- [17] FURASTÉ, P. A. 1998, Normas Técnicas para Trabalhos Científicos – Explicação das Normas da ABNT, Ed. 17, Daquilo Plus, Porto Alegre, RS, 2020.
- [18] MARQUES, G. L. de O. Pavimentação - TRN 032 1º / 2019 Notas de Aulas. UFJF, 2019. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2019/05/Aulas-1%C2%B0-TVC.pdf>. Acesso em: 10.08.2021.
- [19] MEDINA, J., 2017, Mecânica dos Pavimentos. 2ª edição. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ.
- [20] MOTTA, Laura Maria Goretti da. MEDINA, Jacques de. Mecânica dos Pavimentos. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2015.
- [21] ODA, Sandra et al. Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Transportes, São Carlos, Brasil, 2003.
- [22] PESSOA Júnior, Elci. Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana: execução e fiscalização/Elci Pessoa Júnior –São Paulo: Pini, 2019.
- [23] SENÇO, W. Manual de Técnicas de Pavimentação. São Paulo. Pini, 2017 1 v.
- [24] SENÇO, W. Manual de Técnicas de Pavimentação. São Paulo. Pini, 2021 2 v.
- [25] SILVA, Paulo Fernando A. Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos, 1ª ed. São Paulo. Ed. PINI, 2015.
- [26] SÓRIA, M. H. A. Projeto de Pavimentos. Notas de Aulas – Projeto de Pavimentos. EESC/USP, São Carlos, SP, 2017.
- [27] SUZUKI, C. K. et al. Drenagem Subsuperficial de Pavimentos: Conceitos e Dimensionamento. São Paulo. Oficina de texto, 2020.

# Capítulo 12

## *Análise do processo de tratamento biológico aeróbio de efluentes em uma estação de tratamento de esgoto na cidade de Manaus*

*Phâmela André Sicsú*

**Resumo:** Um dos maiores problemas ambientais enfrentados pelos habitantes brasileiros, falta de tratamento dos esgotos, que lançados in natura nos solos, acarretam contaminação das águas e conseqüentemente sérios problemas de saúde pública. O presente estudo tem como objetivo geral analisar o processo de tratamento biológico de efluente por tratamento aeróbio, por meio de estudo de caso, avaliando as vantagens e desvantagens do sistema. E especificamente, identificar como ocorre o processo de coleta de resíduos biológicos, por meio de visita técnica, identificando os cuidados realizado pela empresa; analisar se o tratamento é realizado conforme as normas pertinentes, por meio de análise documental, identificando as dificuldades enfrentadas para a instalação do sistema; e ainda, avaliar os obstáculos para a instalação do sistema, por meio de entrevista, identificando as especificações técnicas do sistema. Uma vez que, o tratamento aeróbio de efluentes é feito com a presença de oxigênio, considerando que os microrganismos degradam a matéria que são decompostas de acordo com o processo oxidativo. Nesse processo são utilizados organismos aeróbios, que têm como objetivo remover a matéria orgânica dissolvida e transformá-la em sólidos sedimentáveis e gases. Portanto, com os resultados foi possível compreender todos os processos que englobam uma estação de tratamento biológico de efluentes por aeróbio. E, considerar todas as atividades pertinentes a esse serviço, tais como o processo de coleta, normas pertinentes ao exercício da atividade, e quais as dificuldades enfrentadas pelos executores, considerando os riscos ocupacionais dos funcionários.

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

## 1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico trata-se da infraestrutura básica capaz de garantir qualidade de vida e de desenvolvimento social e econômico da população. Logo, o acesso ao saneamento básico previne não somente uma série de doenças, mas também trata de uma questão ecológica, uma vez que o esgoto não tratado contamina nossos rios e mares.

De acordo com Instituto de Educação Roberto Bernardes Barroso (2020), a falta de saneamento básico é um problema cada vez mais grave no Brasil, cujo descaso é tão grande nas regiões metropolitanas, quanto em perímetros rurais e isolados do país, onde pouco se sabe sobre os indicadores de água e esgoto.

Nesse contexto, pauta-se o um dos maiores problemas ambientais enfrentados pelos habitantes brasileiros, falta de tratamento dos esgotos, que lançados *in natura* nos solos, acarretam contaminação das águas e conseqüentemente sérios problemas de saúde pública, como cólera, hepatites, verminoses e diarreias. Logo, é fundamental compreender a importância das Estações de Tratamento de Esgotos, que se trata de uma medida de saneamento básico essencial, capaz de garantir a qualidade de vida para a população.

A Estação de Tratamento de Esgoto - ETE é responsável por retirar os poluentes da água que as pessoas antes utilizavam, para que ela fique em bom estado e atenda aos parâmetros exigidos pelo órgão de proteção ambiental para retornar ao corpo d'água. Portanto, nesses locais, os resíduos de esgoto passam por diversos processos químicos, físicos e/ou biológicos para garantir que os poluentes sejam removidos de forma eficaz. Em geral, a ETE visa promover a saúde da população e proteger o meio ambiente, principalmente para garantir a qualidade da água de lagos, rios, oceanos e até reservatórios subterrâneos (MUNHOZ, 2020).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo geral analisar o processo de tratamento biológico de efluente por tratamento aeróbio, por meio de estudo de caso.

A escolha da temática possui relevância social, acadêmica e profissional considerando Manaus é uma cidade, majoritariamente florestal, o que nos remete a um cuidado maior com o meio ambiente e a inserção de novas maneiras sustentáveis de tratamentos de esgoto. E ainda, devido à escassez de alternativas públicas de tratamento de esgoto, a aplicabilidade desse tipo de tratamento por empresas privadas gera interesse público e proporciona ideias sustentáveis para outros indivíduos.

O trabalho estará estruturado da seguinte forma: saneamento básico, que discorrerá os problemas de saneamento básico local e as deficiências do Estado para a disposição desse elemento fundamental para a população; Estação de Tratamento de Esgoto, que enfatizará qual a funcionalidade de um ETE e sua importância para os indivíduos; e ainda, sobre o Tratamento de Esgoto Aeróbio, que descreverá como ocorre o tratamento dos efluentes nesse modelo de tratamento biológico de efluentes.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. SANEAMENTO BÁSICO E AS DEFICIÊNCIAS DO ESTADO

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, o saneamento básico abrange os serviços de coleta e tratamento de esgotos; abastecimento de água;

coleta e destinação do lixo; limpeza urbana, e ainda, drenagem e manejo da água das chuvas (ANA, 2020).

O objetivo primordial do saneamento básico é garantir a saúde pública, tendo em vista que muitas doenças que as comunidades rurais e urbanas devem combater e controlar são transmitidas pela qualidade da água, eficiência na coleta e tratamento de esgoto, resíduos sólidos e lançamento de águas pluviais em áreas urbanas. Essa gestão afeta diretamente a qualidade de vida da população (SCHALCH *et al.*, 2019).

As informações seguintes, foram obtidas no site do SINIS (Sistema de Informação Sobre Saneamento), o qual nos mostra que no ano de 2010 apenas 42,6% da população nacional possuía atendimento com rede de esgoto, e 81,1% com atendimento de água potável. Em 2018 a população atendida com rede de esgoto passou de 42,6% para 53,2%, esses números evidenciam que mais de 100 milhões de brasileiros no ano de 2018 não possuíam rede de esgoto, no que diz respeito a água potável, 30 milhões de brasileiros, não eram beneficiados por esse atendimento (BRASIL, 2018).

Excelente na teoria, porém aparentemente ineficaz na prática ao ter conhecimento dos dados, percebe-se que após onze anos da promulgação da Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 praticamente metade da população brasileira ainda não tem acesso a cobertura de esgoto.

Para Garcias e Afonso (2013), os esgotos domésticos simulam uma das principais fontes de poluição hídrica, sobretudo por oferecerem altas concentrações de fósforo, causadas pelo uso de detergentes nas atividades domésticas. Ocorre que, maior parte das cidades brasileiras que não apresentam estrutura específica para a coleta de esgotos domésticos e/ou redes coletoras de esgoto, acabam lançando clandestinamente, sem nenhuma política pública que o impeça, os efluentes em corpos hídricos, afetando a qualidade da água e a degradação ambiental propriamente dita dos leitos até as encostas dos rios.

Conforme Leopoldino *et al.* (2019), os resíduos industriais, em panorama geral, têm sido considerados um dos maiores agressores ao ambiente, pois, nesses resíduos são encontrados produtos e solventes químicos derivados da produção industrial, sendo alguns deles, o cianureto, pesticidas, mercúrio, cádmio, chumbo, entre outros, que ameaçam os ciclos naturais dos lugares onde são despejados, contaminando rios, mares, ar e solo.

Nesse ensejo, a água tem sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Desta forma, essas atividades geram poluentes característicos que possuem determinada implicação na qualidade do corpo receptor (PEREIRA *et al.*, 2016). Em outros termos, mesmo que não haja a presença desse tipo de saneamento a falta de consciência ou ambições comerciais, ignorância o homem agride constantemente o ambiente, causando o desequilíbrio de diferentes ecossistemas e provocando a morte de grande quantidade de seres vivos.

O esgoto que polui os cursos d'água gera impacto direto na saúde da população. Além disso, os resíduos sólidos não coletados apropriadamente são depositados em lixões, contaminando os lençóis freáticos e o meio ambiente (NOGUEIRA, 2019). Levantamento da Agência Nacional de Águas (ANA), em 2017, alerta que a falta de tratamento de esgoto compromete 110 mil km dos rios brasileiros que recebem dejetos (ANA, 2017).

Logo, pode-se afirmar que o tratamento de esgoto interfere em grande parte da situação de saúde e bem-estar da sociedade, visto que sua falta de tratamento permite a abrangência de níveis de poluição ambiental.

## 2.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

De acordo com Neiva e Numata (2021), o tratamento de esgoto, além de garantir a disponibilidade de água para abastecimento da população, está associado diretamente à questão sanitária, já que visa, fundamentalmente, ao controle e à prevenção de doenças a ele relacionadas.

De acordo com o Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saneamento - FUNASA (2007), o tratamento de esgoto visa: evitar a contaminação do solo e do abastecimento de água; evitar o contato do vetor com fezes; promover o desenvolvimento de novos hábitos de higiene; ao mesmo tempo, melhorar o grau de conforto, satisfazer a beleza.

Segundo Oliveira *et al.* (2021), ETE é uma estrutura de planejamento que tem por objetivo tratar o esgoto por meio de processos físicos, químicos e/ou biológicos em uma determinada área. Nesse campo, o ser humano simula e fortalece o estado de autopurificação que ocorre na natureza, para que possa devolver o esgoto tratado ao meio ambiente, e o esgoto possa atender aos padrões de lançamento definidos pela legislação para lançamento em corpos d'água.

Para Von Sperling (2017) os métodos de tratamento são divididos em operações e processos unitários, e uma única operação física é o método dominante de aplicação de força física (por exemplo, grade, floculação, filtração). O processo químico unitário é um método de remoção ou transformação de poluentes por adição de produtos químicos ou devido a reações químicas. Em um único processo biológico, a remoção dos poluentes é realizada por meio de atividades biológicas.

Segundo a NBR 12.209/2011, que regulamenta e fixa as condições exigíveis para a elaboração do projeto hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgoto (ETE), apresenta a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) como sendo o “conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento” (ABNT, 2011).

Segundo Von Sperling (2017), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um dos métodos indiretos utilizados para quantificar a matéria orgânica presente em corpos d'água e esgoto. Portanto, o esgoto doméstico deve passar por tratamento primário, primário, secundário e terciário para garantir a qualidade da água do corpo receptor, quando necessário.

a) Preliminar: ocorre através de mecanismos físicos, visando apenas a remoção de sólidos grosseiros, tais como areia, papéis, gorduras, papéis, plásticos, cabelos, e outros resíduos que seguem pelas tubulações devido ao uso incorreto do vaso sanitário e redes coletoras de esgoto, com a finalidade de evitar danificações nos equipamentos e etapas subsequentes;

b) Primário: é composto por mecanismos físicos que visam a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica (DBO em suspensão) presente no efluente. São empregados decantadores nos quais os esgotos fluem lentamente,

permitindo que os sólidos em suspensão, por possuírem densidade maior que a do efluente, sedimente-se gradualmente no fundo e após este processo, são retirados do fundo do equipamento através de raspadores mecanizados, tubulações e/ou bombas;

c) Secundário: tem como principal objetivo a remoção de matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel ou filtrada) e em suspensão (DBO suspensa ou particulada) e também de nutrientes (nitrogênio e fósforo), por meio de maquinários biológicos. Esse sistema pode ser realizado em ambientes anaeróbios, quando a biodigestão da matéria orgânica carbonácea ocorre na inexistência de oxigênio, ou em ambientes aeróbios onde exista a presença de oxigênio (ALBORNOZ, 2015). Em processos aeróbios, a estabilização do efluente é realizada através da ação de microrganismos aeróbios e facultativos, já nos processos anaeróbios os microrganismos que realizam a estabilização são os facultativos e anaeróbios (AMORIM, 2014).

d) Terciário: se resume em um polimento nos tratamentos anteriores, dependendo do descarte e uso do efluente tratado. Geralmente utilizado para a remoção de substâncias específicas presentes ainda na água tratada como metais pesados, microrganismos patogênicos, nitrogênio, fósforo.

### **2.3. TRATAMENTO DE ESGOTO VIA AERÓBIO**

De acordo com Marcon (2018), é realizado na presença de oxigênio, e tem como objetivo a remoção da matéria orgânica do esgoto por meio da ação de microrganismos aeróbios. Ou seja, no processo de tratamento biológico aeróbio, os microrganismos degradam a matéria orgânica por meio de um processo de oxidação, e a matéria orgânica é assimilada em "alimento" e energia.

Ainda nesse contexto, Pompêo *et al.* (2015) que a degradação dos resíduos orgânicos ocorre por meio da digestão aeróbia, processo este que é benéfico ao oxigênio dissolvido no meio e é responsável pela oxidação de compostos orgânicos, levando à formação de subprodutos como lodo, dióxido de carbono e água. Nesse processo, o efluente deve suportar uma temperatura específica, controlar o valor do pH e do oxigênio dissolvido (OD), além de atender à razão de massa dos nutrientes da demanda biológica de oxigênio (DBO), que varia com a biota formada em cada variedade da estação.

Nesse processo, segundo Pereira (2015), as bactérias aeróbias decompõem matéria orgânica complexa em matéria solúvel, que é absorvida pela parede celular e utilizada como fonte de energia, o que favorece o aumento da massa bacteriana e a produção de produtos. As bactérias responsáveis por esse processo de eliminação de matéria orgânica são, em sua maioria, bactérias aeróbias e heterotróficas facultativas, que promovem a eliminação de matéria orgânica de forma mais eficaz.

No entanto, de acordo com Aziz *et al.* (2019), a maioria dos sistemas aeróbicos são combinados com processos anaeróbicos para obter maior eficiência de tratamento de águas residuais.

Conforme Lucena (2019), estes são classificados de acordo com o tipo de aeração presente no sistema, que pode ser aeração natural ou aeração forçada (realizada por aerador mecânico).



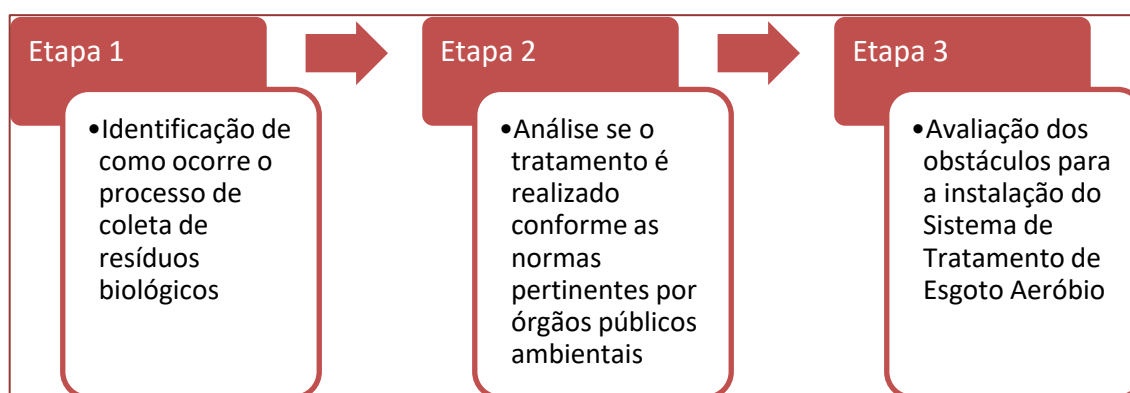
Dentre os principais sistemas de tratamento aeróbio, destacam-se os sistemas de lodo ativado, lagoas aeróbicas (alta velocidade, facultativa, aeração e maturação) e filtros biológicos aeróbios (aeração por imersão e percolador) (SALLES, 2019).

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A metodologia de pesquisa possui abordagem qualitativa, de natureza aplicada. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva. E quanto aos procedimentos, trata-se de um estudo de caso, uma vez que tem como objetivo buscar um detalhamento aprofundado a respeito de uma Estação de Tratamento de Esgoto Aeróbio.

Para delinear os procedimentos de coleta de dados, foram realizados procedimentos de acordo com os objetivos propostos, sendo o que está apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxo de Metodologia de Pesquisa de Estudo de Caso.



Fonte: Autoria própria (2021)

#### 3.1. ESTUDO DE CASO

A metodologia utilizada neste trabalho é o estudo de caso. Em que, implica na utilização de múltiplas técnica de coleta de dados, sejam elas, como fontes bibliográficas, entrevistas e observações. Nesse ensejo, realizou-se o estudo em uma empresa de saneamento básico localizada na cidade de Manaus, cujo tratamento de esgoto utilizado é via aeróbio.

Contudo, a empresa em estudo possui serviços que variam desde a fabricação até a manutenção de Estação de Tratamento de Efluente de derivação doméstica e industrial. Trata-se de uma empresa local, que visa alternativas sustentáveis para diminuir o impacto ambiental de rejeitos sanitários e industriais.

#### 3.2. IDENTIFICAÇÃO DE COMO OCORRIA O PROCESSO DE COLETA DE RESÍDUOS BIOLÓGICOS

Nessa etapa foram realizadas visitas técnicas, durante todo o período da pesquisa. Todas as visitas foram previamente agendadas. Ainda nesse ensejo, vale ressaltar que as visitas permitiram a familiaridade com o local, bem como a coleta de fotos e conhecimento sobre os processos e procedimentos da Estação de Tratamento de Esgoto Aeróbio.

### **3.3. ANÁLISE SE O TRATAMENTO É REALIZADO CONFORME AS NORMAS PERTINENTES POR ÓRGÃOS PÚBLICOS AMBIENTAIS**

Nessa etapa foram analisados os documentos pertinentes a coleta e despejo de material, bem como os documentos fotográficos e certificação da empresa. Tais processos são necessários para identificar as dificuldades enfrentadas na instalação do sistema.

### **3.4. AVALIAÇÃO DOS OBSTÁCULOS PARA A INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO AERÓBIO**

Nessa etapa realizou-se uma entrevista semiestruturada, que visou identificar as especificações técnicas do Sistema de Tratamento de Esgoto Aeróbio. Dentre as algumas perguntas estão:

- a) Os funcionários responsáveis pela coleta de resíduos recebem treinamentos antes de iniciar ou finalizar a operação?
- b) Quais os Equipamentos de Proteção Individual utilizado pelos operadores dos tanques?
- c) Quais os processos devem ser efetuados antes da instalação de uma Estação de Tratamento de Efluentes Aeróbio - ETEA?

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. RESULTADOS DA ETAPA 1**

As Estações de Tratamento de Esgoto, são unidades operacionais do sistema de esgotamento, especializada em receber carga poluente de esgoto e devolver o esgoto tratado aos rios e demais corpos d'água, reduzindo o impacto ambiental, que pode ser causado pelo tratamento inadequado (MARÇAL; SANTOS, 2017). É válido ressaltar que, o tratamento incorreto do esgoto gerado está sujeito a penalidades legais e judiciais.

Embora existam muitos métodos de tratamento aeróbio, os tipos mais usados são tanques de aeração, filtros biológicos e filtros de lodo, que ajudam a remover cargas. O tratamento aeróbio é a solução mais eficaz na área de saneamento e tratamento de esgoto no setor industrial (principalmente na indústria de alimentos e bebidas) (SÃO PAULO, 2020).

Nesse sentido, a empresa em estudo utiliza o método de lodo. Assim, apesar da estruturação de uma Estação de Tratamento ser espeça, a mesma consegue instalar ETE de pequeno, médio e grande porte em condomínios residenciais e edifícios comerciais. Ainda nas primeiras visitas ao local é possível visualizar tanques e filtros responsáveis pelo tratamento dos efluentes. Considerando o processo feito pela empresa, a partir das seguintes etapas:

- a) Coleta dos efluentes nas residências ou indústria
- b) Despejo do material coletado na Estação de Tratamento
- c) Processo de tratamento de esgoto aeróbio
- d) Descarte do lodo em local licenciado

Logo, os processos e procedimentos que englobam uma ETEA, incidem desde a coleta (esgotamento da rede de esgoto doméstica e/ou industrial) até o descarte da água com menor capacidade ofensiva ao meio ambiente. Visto que, a opção de tratamento aeróbio também oferece melhor desempenho e margem para remoção de matéria orgânica. Na fase ativa de longo prazo, a eficiência do tratamento pode chegar a 98%. Além disso, é uma medida sustentável, pois é mais eficaz no processo de degradação e emite menor nível de odor (COUTO *et al.*, 2018).

Logo, a referida empresa possui equipes distintas para operar nos diversos processos, sendo eles:

- a) Atendimento ao cliente: responsável pelas coletas de informação dos tipos de serviços a serem executados e estabelecimento de valores;
- b) Operacional: responsável pela coleta de resíduos nas empresas (vide Figura 2), despejo dos resíduos nos tanques da ETEA (Figura 3) e controle dos procedimentos a serem aplicados aos resíduos.

Figura 2. Equipe de operações – coleta de resíduos nas empresas.



Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme a Figura 2, a coleta dos resíduos de esgotos é feita por caminhões de limpa fossa, em que os operadores situam as mangueiras até as entradas dos esgotos locais. Tal procedimento é feito com cuidado para que não haja transbordamento do material e possível contaminação do funcionário. Logo, são coletados todos os rejeitos líquidos resultantes de atividades humanas e industriais.

Figura 3. Despejo dos resíduos nos tanques da Estação de Tratamento de Esgoto Aeróbio.



Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme a Figura 3, após a chegada na ETE, o material coletado é despejado no tanque, a partir daí, inicia-se o processo de tratamento de esgoto. Dados a partir dos processos:

a) Gradeamento primário acoplado ao medidor de vazão: onde se remove sólidos grosseiros de forma estática, retendo-os na grade. Após a separação, o efluente passa por uma calha com canal calibrado para medir a vazão. Essa etapa requer manutenção periódica devido a presença de sólidos consideráveis.

b) Calha desarenadora dupla: responsável pela separação de partículas sólidas do efluente de forma dinâmica (precipitação).

c) Separador de gorduras, óleos e similares por diferença de densidade: na qual, remove óleos e gorduras não solubilizados por diferença de densidade.

d) Estação Elevatória de Efluentes Líquidos (EEE): nessa etapa os efluentes são bombeados deste ponto para o UASB (é um reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência. Normalmente, o reator UASB é utilizado em processos primários para a estabilização da matéria orgânica inicial. É utilizado tanto em Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário quanto em Estação de Tratamento de Efluentes Industriais).

e) Reator anaeróbio de fluxo ascendente de manta de lodo do tipo “UASB”: processa a reação anaeróbia. É equipado com difusor central, separador trifásico, retentor de espuma, defletor cônico, válvulas de manobra, coletor de gases metano e sulfídrico, calha vertedora e selo hídrico.

f) Pós-tratamento por filtro aerado de leito submerso: efluentes líquidos provenientes do reator do tipo UASB chegam por gravidade ao interior do FALS (Filtro Aerado de Leito Submerso).

g) Caixa de recepção e inspeção de efluentes: recebe o efluente tratado do sistema ou da ETE. É onde se coletam amostras para análise laboratorial de qualidade dos efluentes.

h) Filtro de gás sulfídrico: Utilizado para neutralização de maus odores provenientes da biodigestão anaeróbia. O filtro recebe pastilhas de cloro estabilizado, que dissolvem e neutralizam o gás sulfídrico. O cloro não é descartado no corpo receptor final. Fica armazenado onde o gás neutralizado é liberado lentamente para a atmosfera.

## 4.2. RESULTADOS DA ETAPA 2

De acordo com a Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, o esgoto doméstico inclui as atividades de coleta, transporte, processamento e destinação final adequada da infraestrutura de esgoto doméstico e das instalações operacionais, bem como o fornecimento e manutenção, a partir da ligação do edifício para sua produção e reaproveitamento de água, ou liberar de forma adequada para a destinação final no meio ambiente.

Nesse ensejo, as tratadoras que se responsabilizam por esses resíduos precisam ser vigilantes no cumprimento das leis ambientais. Em primeiro lugar, necessitam conhecer as diretrizes sobre o manejo de efluentes. O órgão que estabelece esses procedimentos é o Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. O conselho estabeleceu, por meio da Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, condições e padrões de referência para os efluentes. Sendo assim, qualquer água residual que estiver fora dessas especificações não poderá ser lançada direta ou indiretamente no meio ambiente.

Além de entender os padrões de esgoto do CONAMA, a processadora também é responsável por realizar as licenças ambientais. Este documento é fundamental porque pode garantir que as ações do processador não terão impactos ambientais. Para obter a licença ambiental, o operador deve comprovar que as características do empreendimento estão de acordo com a legislação. Deve também garantir que trata o esgoto nos procedimentos corretos (BRASIL, 2021).

No que se refere aos documentos pertinentes as atividades exercidas pela respectiva organização, a empresa necessita de várias licenças ambientais e administrativas, para o exercício das atividades, nos órgãos e autarquias municipais e estaduais, sendo eles:

a) Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amazonas – CREA-AM: para inscrição da empresa e seus engenheiros ambientais;

b) Conselho Regional de Química – CRQ: para os devedores devido aos tratamentos químicos e biológicos feitos na empresa, e ainda, para inscrição do estabelecimento diante do CRQ;

c) Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM: responsável pelo licenciamento de operação e instalação das ETE, seja no local em que a empresa se encontra ou nas ETE comerciais e/ou residenciais;

d) Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMMAS: responsável pelo licenciamento de atividade municipal, o órgão regula e vistoria os locais de despejo de resíduos e instalação da ETE.

Vale destacar que, é necessária a presença dos credenciamentos e licenciamentos nos respectivos órgãos e autarquias, devido a empresa executar projetos, outorgar e regularizar estações de tratamento de esgoto. Isto é, a empresa é responsável pelos processos de construção, adequação e manutenção das Estações de Tratamentos de Esgotos.

Ainda nesse ensejo, diante da coleta de dados é possível afirmar que as problemáticas do processo que envolvem a ETE, referem-se em sua maioria nas questões burocráticas, visto que, para execução dos serviços dispostos na estação de tratamento faz-se forçoso a necessidade de documentação antes da própria execução dos projetos de ETE.

### 4.3. RESULTADOS DA ETAPA 3

Considerando a execução dos processos de coleta e manuseio dos equipamentos de sucção e despejo de efluentes, a equipe envolvida na execução das atividades inerentes ao ETE carece receber treinamento quanto aos procedimentos adotados durante as etapas. Tal necessidade, se dá devido a exposição do funcionário a resíduos contaminantes e sanitários.

De acordo com Scandelai *et al.* (2018), é perceptível a identificação dos riscos ocupacionais inerentes aos operadores de uma ETE, quanto aos perigos que estão expostos. Logo, a minimização ou eliminação da exposição ao risco do ambiente de trabalho é de responsabilidade do empregador, o qual deve dispor de medidas de prevenção e de controle, visando à saúde e segurança ocupacional de seus colaboradores.

Segundo a Norma Regulamentadora (NR) nº 09 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2014), são considerados riscos ambientais, os “agentes químicos, físicos e biológicos existentes no ambiente de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador”.

Entretanto, como no Brasil ainda não possui uma norma regulamentadora específica para a segurança de operadores de estações de tratamento de efluentes, os equipamentos utilizados nesses locais são equipamentos de segurança básico, conforme disposto na NR 6 – Equipamentos de proteção individual. (EPI).

Em relação aos EPI, constatou-se que o operador da Estação de Tratamento de Efluentes utiliza apenas uniforme com camisa de manga, capacete, sapato de segurança antiderrapante cano curto e luvas de PVC. Contudo, além disso, faz-se necessário a utilização de máscaras de proteção (devido a proteção contravapores ácidos durante o manuseio e aplicação dos produtos químicos) e óculos de ampla visão (para atividades que apresentem risco para acidentes com olhos, como durante o contato com o efluente, produtos químicos e resíduos sólidos) (SCANDELA *et al.*, 2018).

Da atividade exercida na ETE, os riscos dados as executores dos processos, são devido os produtos químicos utilizados no processo de polimento - que são riscos químicos causados pelo contato direto com o operador, riscos ergonômicos - causados

pela postura inadequada, levantamento e transporte manual de objetos pesados, principalmente no desengorduramento e na etapa de reciclagem do lodo; o risco de acidente em ser picado por animais peçonhentos e cair no esgoto; e risco biológico, devido ao contato direto com o lodo e descarte em todas as etapas do processo - inalação de gás tóxico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, todos os objetivos, geral e específicos, foram alcançados. Uma vez que, foi possível compreender todos os processos que englobam uma estação de tratamento biológico de efluentes por aeróbio. E ainda, considerar todas as atividades pertinentes a esse serviço, tais como o processo de coleta, normas pertinentes ao exercício da atividade, e quais as dificuldades enfrentadas pelos executores, considerando os riscos ocupacionais dos funcionários.

Nesse sentido, confirma-se a hipótese deste artigo, cujo o tratamento de esgoto é crucial não somente para a saúde humana, mas para a preservação do meio ambiente. Contudo, o tratamento dos resíduos é feito de acordo com a sua composição física, química e biológica. Dessa forma, o tratamento aeróbio de efluentes é feito com a presença de oxigênio, considerando que os microrganismos degradam a matéria que são decompostas de acordo com o processo oxidativo. Nesse processo são utilizados organismos aeróbios, que têm como objetivo remover a matéria orgânica dissolvida e transformá-la em sólidos sedimentáveis e gases.

Contudo, considerando a extensão dos processos que englobam a ETEA estudada, ainda falta estruturar as plantas de execução dos tanques de tratamento. Logo, para trabalhos futuros, fica pertinente pesquisar sobre os fatores e requisitos para implantação de projetos de ETEA.

## REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Panorama do Saneamento no Brasil. Governo Federal do Brasil, online, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/saneamento/panorama-do-saneamento/panorama>>. Acesso em: 22 set 2021.
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Esgotos revela mais de 110 mil km de rios com comprometimento da qualidade da água por carga orgânica. Brasil, 2017. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/atlas-esgotos-revela-mais-de-110-mil-km-de-rios-com-comprometimento-da-qualidade-da-agua-por-carga-organica>>. Acesso em: 01 nov 2019.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12209. Elaboração de projetos hidráulicos-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011.
- [4] AZIZ, A.; BASHEER, F.; SENGAR, A.; IRFANULLAH; KHAN, S. U.; FAROOQI, I. H. Biological wastewater treatment (anaerobic-aerobic) technologies for safe discharge of treated slaughterhouse and meat processing wastewater. *Science of the Total Environment*, v. 686, p. 681-708, 2019.
- [5] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 6 (NR-6). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>>. Acesso em: 10 nov 2021.
- [6] BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei

nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 3 nov 2021.

[7] BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília, 2020.

[8] BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2016. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2018a. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>. Acesso em: 24 out 2021.

[9] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 9 (NR-9). Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-9-nr-9>>. Acesso em: 10 nov 2021.

[10] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Ministério do meio ambiente, 2011.

[11] COUTO, Jéssica Maria Ferreira de Almeida do; GUERRA, Ana Carolina Sestito; LOPES, Gabriela de França; et al. Alternativas para tratamentos e disposição final da vinhaça e legislações atuais. Sustentabilidade e Responsabilidade Social em foco. v.5. Belo Horizonte - MG: Poisson, 2018.

[12] FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Ministério da Saúde. Manual de Saneamento – Orientações Técnicas. Funasa, 2007. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/03/FUNASA-MANUAL-SANEAMENTO.pdf>>, Acesso em: 15 out 2021.

[13] GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. Revitalização de Rios Urbanos. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v.1, n.1, p.131-144, 2013.

[14] INSTITUTO DE EDUCAÇÃO ROBERTO BERNARDES BARROSO. Vozes para o Saneamento Básico. Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, CAO Meio Ambiente e Patrimônio Cultural. – Rio de Janeiro: Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, 2020.

[15] LEOPOLDINO, C. C. L. et al. Impactos ambientais e financeiros da implantação do gerenciamento de resíduos sólidos em um complexo siderúrgico: um estudo de caso. Eng Sanit Ambient, v.24, n.6, 2019.

[16] LUCENA, D. V. Avaliação do desempenho de lagoas de polimento em fluxo contínuo e semicontínuo no pós-tratamento de efluentes de reator UASB. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2016.

[17] MARÇAL, Daniel Araújo; SILVA, Carlos Ernando. Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI). Eng Sanit Ambiental, v.22, n.4, p. 761-772, jul/ago, 2017.

[18] MARCON, A. L. S. Eficiência no tratamento e controle de efluentes de uma indústria de bebidas. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2018.

[19] MUNHOZ, Lígia Rodrigues Jordão. Avaliação e dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto de Rio Paranaíba – MG. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2020.

[20] NEIVA, Thiago Botelho. NUMATA, Fernando. A importância do tratamento biológico de esgoto no Brasil e as tecnologias existentes. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 09, Vol. 04, pp. 110-134. Setembro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/esgoto-no-brasil>



- [21] OLIVEIRA, Débora Carvalho da Silva; AZEVEDO, Paulo Gabriel Ferreira de; CAVALCANTI, Luiz Antônio Pimentel. Processos biológicos para o tratamento de efluentes: uma revisão integrativa. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v.8, n.18, p.397-415, 2021.
- [22] PEREIRA JUNIOR, A.; OLIVEIRA, G. P.; TAVARES, F. B. Projeto De Tratamento De Esgoto Doméstico (TED). Universidade do Pará. Semana Acadêmica do Campus VIII - Marabá. 3. 1 – 9, 2016.
- [23] PEREIRA, V. G. Avaliação de metais em efluente e lodo de esgoto doméstico de um sistema de lagoas aeradas de São João da Boa Vista utilizando a técnica SR-TXRF. Dissertação de mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2015.
- [24] POMPÊO, M.; CARLOS, V. M.; NISHIMURA, P. Y.; SILVA, S. C.; DOVAL, J. C. L. Ecologia de reservatórios e interfaces. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2015.
- [25] SALLES, N. A. Cotratamento de esgoto sanitário e lixiviado de aterro sanitário em sistemas de lagoas aeradas e de lodos ativados: abordagem utilizando o ASM. Dissertação de mestrado. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2019.
- [26] SÃO PAULO. Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo 2020 [recurso eletrônico]. 1.ed. – São Paulo : Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020.
- [27] SCANDELAI, Ana Paula Jambers; et al. Avaliação de riscos ocupacionais em uma estação de tratamento de efluente lácteo no norte do Paraná. XII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Campo Morão, 2018.
- [28] SCANDELAI, Ana Paula Jambers; et al. Diagnóstico de riscos ambientais em estação de tratamento de efluentes no município de Maringá-PR. REBRAS, v.1, n.2, p.01-10, 2018.
- [29] SCHALCH, V. et al. Resíduos Sólidos: Conceitos, Gestão e Gerenciamento. São Paulo: Elsevier, 2019.
- [30] VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4ª.ed. v. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA; Universidade Federal de Minas Gerais; 2017.

# Capítulo 13

## *Determinação do lead time da etapa de estrutura monolítica: Estudo de caso em um empreendimento de multipavimentos em Manaus*

*Ruan Di Marco Bastos Bezerra*

**Resumo:** Os problemas mais comuns em uma obra e que mais impactam os resultados tem origem na alta complexidade no gerenciamento dos projetos, em virtude disso, a filosofia Lean construction mostra-se como uma solução para a diminuição dos desperdícios e alcance dos resultados esperados. Este artigo é baseado em um estudo de caso em uma obra residencial de multipavimentos onde foi possível determinar o Lead Time da etapa de estrutura monolítica. O objetivo geral deste estudo propôs medidas de redução do Lead Time da estrutura monolítica. Para alcançar este objetivo foi aplicado a ferramenta de diagrama de fluxo de processos, e determinou-se o Lead Time da estrutura monolítica, implementando ferramentas da filosofia Lean Construction para reduzir o Lead Time da etapa estrutural dos blocos. Neste artigo foi possível identificar o fluxo da etapa de estrutura monolítica, determinar o Lead Time, e propor ferramentas para a redução do ciclo de produção. Portanto com os resultados deste estudo foi possível a avaliação do fluxo do processo da estrutura monolítica e indicou ferramentas e ações para melhorar este processo.

**Palavras-chave:** Lean Construction, Lead Time, Estrutura Monolítica.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores que mais geram valor para um país em desenvolvimento. No Brasil a construção é um dos setores que conseguem impulsionar a mola econômica (CBIC, 2021, P. 2). A crise na saúde pública devida à pandemia do vírus COVID-19 vivida, é sentida mundialmente e gera muitas incertezas principalmente na economia, apesar desse momento atípico a indústria da construção civil continua em crescimento, por conseguinte a um aumento na complexidade dos projetos sendo necessário a implementação de melhores práticas de gerenciamento.

Nesse contexto a alta complexidade pede filosofias de gerenciamento mais atuais, na década de 90' estudos baseados no pensamento *Toyota* de produção buscou adaptar esses conceitos para a indústria da construção civil, o autor e pioneiro desta pesquisa Lauri Koskela publicou o trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* (1992) no *Technical Research Center (VTT)* da Finlândia, a partir desta criou-se um congresso encarregado de difundir esta filosofia mundialmente e ficou conhecida como *Lean Construction* (construção enxuta).

A filosofia da construção enxuta busca compreender as atividades de fluxo (transporte, espera e inspeção) até atividades de conversão (produto final), neste sentido é possível a definição do *Lead Time* (tempo de ciclo) que permite a identificação e eliminação das atividades de fluxo e seus impactos no produto final.

Neste artigo será analisado o *Lead Time* da etapa de estrutura monolítica da obra através de ferramentas como diagrama de fluxo de processo e cronograma físico onde será identificado o tempo de ciclo da estrutura monolítica.

O objetivo geral deste artigo é analisar por meio de estudo de caso o *Lead Time* da estrutura monolítica de uma obra residencial de multipavimentos, identificando o tempo de ciclo dessa etapa da obra.

A divulgação do tema abordado neste artigo proporciona aos docentes e discentes o conhecimento da filosofia *Lean Construction*, pois, apesar do tempo desde a adaptação do *Lean Manufacturing* e posterior publicação, esses conhecimentos ainda não estão tão presentes no meio acadêmico, a construção enxuta aplicada no meio acadêmico proporciona uma visão mais atual do gerenciamento de projetos.

O artigo visa estudar a filosofia *Lean Construction*, mapear o processo de execução da estrutura monolítica, determinar o *Lead Time* da etapa estrutura e implementar ferramentas da *Lean Construction* para redução ou/e eliminação das atividades que não agregam valor para o tempo de ciclo da estrutura monolítica.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. LEAN CONSTRUCTION

O Setor da Indústria da Construção civil tem passado por importantes mudanças impulsionadas pela exigência dos principais clientes desse setor, dessa forma a aplicação de filosofias de gerenciamento mais eficientes, que aumentem a qualidade do produto, reduza os desperdícios e melhore as condições de trabalho da mão de obra são exigências dos clientes. A alta complexidade nos projetos exige uma abordagem diferente dos métodos mais tradicionais de gerenciamento, as decisões dos gerentes resultam em um impacto significativo no resultado, e, para a tomada dessas decisões, a filosofia *Lean Construction* propõe métodos e ferramentas práticas para o gerenciamento

da produção, sendo um sustento para as decisões buscando a padronização dos processos, mudança de cultura e redução dos desperdícios.

Os principais problemas em um projeto de construção civil têm origem no gerenciamento. Diversos diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil têm origem em problemas gerenciais (ISATTO *et.al*, 2000). Os problemas mais comuns têm origem nas decisões tomadas pelos gerentes. Esses problemas gerenciais partem de decisões sem fundamentos, ou seja, a falta de controle, indicadores e conhecimento do projeto, dão ao gerente bases para a tomada de decisão quase que hipotéticas ou movidas por experiências de outros projetos.

A mudança da cultura das equipes da empresa e que envolve os projetos é trivial para que a filosofia *Lean Construction* possa ser eficiente. É comum encontrar nestes profissionais uma cultura de “tocador de obra”, ou seja, uma postura de tomar decisões rapidamente, apenas com base na sua experiência e intuição, sem o devido planejamento, uma vez que esta tarefa não é considerada prioritária em termos de utilização do tempo (ISATTO *et.al*, 2000). A cultura de tocador de obra deve ser identificada e desconstruída para construir uma cultura de gestor de obra. Os processos devem a todo tempo serem alvos de melhorias, esse conceito deve fazer parte da mudança de cultura da empresa, a melhoria contínua torna os resultados mais efetivos.

A busca por melhoria contínua dos processos é uma ferramenta *lean* e muito importante para a estabilidade dos processos de uma empresa. O trabalho em equipe e a gestão participativa constituem-se nos requisitos essenciais para a introdução da melhoria contínua nos processos (ISATTO *et.al*, 2000). É importante investir no comportamento dos gerentes envolvidos no projeto para que o trabalho em equipe possa fluir, pois nesses estão os obstáculos para qualquer mudança. A cultura da empresa influencia os resultados dos empreendimentos, o pensamento dos gestores deve ser transformado, a cultura tradicional de fazer com base na experiência leva a erros quase que irrecuperáveis, as ações dos tomadores de decisões devem vir de uma nova cultura gerencial.

Para a implementação da filosofia *Lean Construction* de forma efetiva, é necessário o preparo das bases da empresa, investir nos colaboradores e na mudança da cultura da empresa, retirando os obstáculos que possam surgir impedindo a mudança na forma de gerenciamento dos projetos, essas mudanças devem ser contínuas, os gestores e suas equipes devem buscar identificar os pontos falhos e melhorar seus processos e seus comportamentos.

## **2.2. FUNDAMENTOS E FERRAMENTAS DA LEAN CONSTRUCTION**

A *Lean Construction* assume um processo que difere do tipo tradicional de gerenciamento, este tipo de gerenciamento consiste em adotar um processo de controle do fluxo do material, que pode ser entendido como atividades de fluxo (transporte, espera e inspeção) e atividades de processamento (conversão). Além do Fluxo de materiais a *Lean Construction* aborda sobre o Fluxo de Operação que por sua vez pode ser entendido como o fluxo de pessoas ou máquinas usados para realizar determinado serviço. Esses dois itens são quase que intrínsecos um do outro, exceto por algumas particularidades existentes, exemplo: quando houver a necessidade de manutenção em alguns equipamentos, o fluxo de operação encontra-se fora do fluxo de materiais e

quando houver necessidade de estocagem de materiais (espera) conseqüentemente não envolve operações.

A geração de valor é um ponto importante quando se trata do tipo de processo da *Lean Construction*. Dessa forma, percebe-se que o conceito de geração de valor está intimamente ligado ao projeto do produto (empreendimento) e a capacidade do sistema de produção em entregar ao consumidor um produto que corresponda as suas expectativas (SCHARAMM; FABIO, 2004). A geração de valor é entendida como a relação entre produtora e cliente (interno e externo), ou seja, o cliente requisita um produto que atenda aos requisitos de desempenho e a empresa (produtora) se responsabiliza por entregar o produto com a qualidade exigida pelo solicitante.

Atividades que não agregam valor podem impactar o projeto negativamente. Para Isatto *et.al* (2000), as atividades de fluxo em geral consomem recursos, mas não contribuem para o objetivo da produção (não agregam valor). Os gerentes devem estar atentos para identificar e reduzir as parcelas das atividades que não agregam valor para o cliente, porém essa eliminação não pode ser levado ao extremo e eliminar atividades que não agregam valor diretamente para o cliente, mas que indiretamente afetam o produto, atividades como treinamento da mão de obra, instalação de equipamentos de segurança, controle de projetos, são importantes para a qualidade e andamento do projeto.

Ferramentas são necessárias para coleta de dados e controle dos fluxos de material e pessoas. Segundo Isatto *et.al* (2000), a ferramenta diagrama de fluxo de processos é destinada a registrar a forma como os processos são realizados, entendendo-se por processo o fluxo de materiais e componentes ao longo da produção. A ferramenta de diagrama de processo tem como objetivos oferecer uma visualização do fluxo do processo que determinada atividade exige, avalia a quantidade de atividades de fluxo e permite a quantificação de tempo de processo, distâncias percorridas e a equipe envolvida para realizar a atividade.

A *Lean Construction* busca identificar as parcelas de atividades que não agregam valor e a eliminação destas, e para obter estas informações o uso de ferramentas possibilita uma identificação mais assertiva dos pontos de perdas no processo, agregando valor ao produto.

### 2.3. LEAD TIME

O *Lead Time* surgiu na filosofia *Just In Time* e pode ser entendido como o tempo necessário para a entrega de um produto para o cliente seja ele interna ou externo. A determinação desse ciclo de produção permite ao gerente do projeto identificar atividades de fluxo e a possibilidade de comprimir o tempo dessas atividades. A redução do *Lead Time* possibilita a entrega mais rápida para o cliente, comprimir os lotes de produção em lotes menores possibilita a oportunidade de melhoria contínua dos processos e melhora o gerenciamento e controle da produção e de estoque.

A redução do *Lead Time* possibilita uma entrega mais rápida para o cliente. Ao invés de se espalhar por todo o canteiro de obras, as equipes devem se focar na conclusão de um pequeno conjunto de unidades, caracterizando lotes de produção menores (Isatto *et.al*, 2000). A satisfação do cliente é o principal objetivo da redução do *Lead Time*, então cabe ao gerente de projeto a busca incessante na melhoria dos processos para reduzir o tempo até a entrega do produto ao cliente final.

A gestão e controle dos processos tornam-se mais fáceis. O volume de produto inacabados em estoque (denominado de trabalho em progresso) é menor, o que tende a diminuir o número de frentes de trabalho, facilitando o controle da produção e do uso do espaço físico disponível (Isatto, *et.al*, 2000). Com a redução do *Lead Time*, a gestão da produção tem menos pontos de controle, além de poder reduzir o estoque de produtos em espera que acarreta em valor parado.

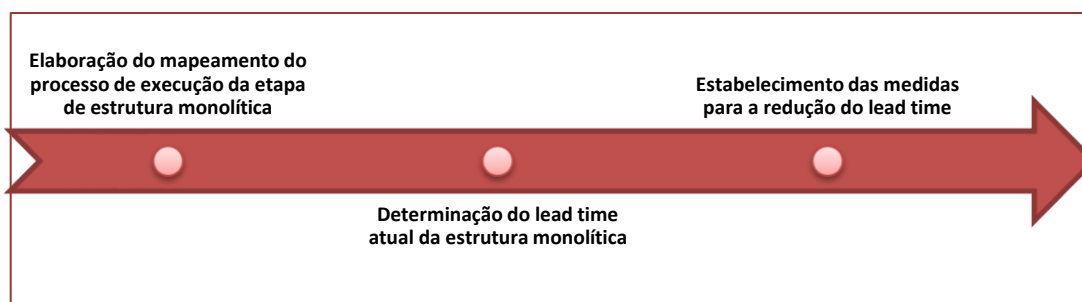
Com a diminuição dos lotes de produção é possível aumentar a aprendizagem. Como os lotes são menores, existe menos sobreposições na execução de diferentes unidades. Assim, os erros apareçam mais rapidamente, podendo ser identificadas e corrigidas as causas dos problemas (Isatto, *et.al*, 2000). A possibilidade de identificar erros no processo de execução de um lote de produção permite ao gerente analisar as causas e efeitos que esses erros podem gerar no prosseguimento do projeto e dá experiência para que mais tarde estes erros possam ser evitados.

A redução do *Lead Time* impacta o produto e o desempenho da empresa de forma significativa, essa redução permite que o produto seja entregue de forma mais rápida ao cliente aumentando a sua satisfação, também permite uma diminuição nos recursos direcionados para o controle da produção, pois, os lotes tornam a gestão mais fácil e aumenta o efeito aprendizagem dando ao gerente de projeto uma identificação de causas e efeitos de suas decisões.

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa tem uma abordagem quantitativa de natureza descritiva e analítica, faz uso de um estudo de caso como procedimento para a coleta dos dados. A Figura 1 representa um fluxograma das etapas da pesquisa.

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021)

#### 3.1. ESTUDO DE CASO

As informações apresentadas neste artigo foram obtidas em uma obra residencial de multipavimentos com área total de mais 19 mil metros quadrados localizada na Zona Leste de Manaus com valor aproximado de 53 milhões de reais.

Atualmente a obra Smart Vista do Sol da construtora Morar Mais encontra-se na etapa de execução da estrutura monolítica, fase da obra correspondente a mais de 20% do

valor total, aproximadamente 11 milhões de reais da obra e para efeito de comparação a infraestrutura da obra tem custo de aproximadamente 14%.

Para a determinação do *Lead time* (tempo de ciclo), foi analisado os dados obtidos desta obra quanto ao tempo de produção (soma do tempo de processamento e operação). Posteriormente buscou-se aplicar ferramentas da filosofia *Lean Construction* para a redução do *Lead Time*.

### **3.2. ELABORAÇÃO DO DIAGRAMA DO FLUXO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA ETAPA DE ESTRUTURA MONOLÍTICA**

Coletou-se dados do trabalho operacional necessário para a execução da estrutura monolítica, os dados obtidos foram organizados de forma a proporcionar uma melhor visualização, sendo possível a análise de informações quanto as atividades de processamento e operação.

### **3.3. DETERMINAÇÃO DO LEAD TIME ATUAL DA ESTRUTURA MONOLÍTICA**

Após a análise dos dados foi empregado o método para o cálculo do lead time através de cronograma físico, o resultado obtido possibilitou a análise dos gargalos e coleta de informações para melhorias no processo.

### **3.4. ESTABELECIMENTO DAS MEDIDAS PARA A REDUÇÃO DO LEAD TIME**

A determinação do *Lead Time* (tempo de ciclo) possibilitou à análise do processo e o estabelecimento de ações para a redução do tempo de ciclo. Procurou-se uma mudança de pensamento das equipes e a implementação de ferramentas para melhoria contínua no processo.





## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. ELABORAÇÃO DO MAPEAMENTO DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DA ETAPA DE ESTRUTURA MONOLÍTICA**

Nesta etapa do artigo foi usado a ferramenta de diagrama de fluxo do processo. Esta ferramenta permitiu a análise visual do fluxo das atividades ao longo da produção da estrutura monolítica, auxiliando na avaliação da quantidade de atividades de processamento e a quantidade de atividades total que envolve esta etapa da obra. Também foi possível avaliar e quantificar o indicador tempo.

O diagrama de fluxo da produção conta com uma lista de símbolos que possuem significados distintos, mas que representam um conjunto que torna possível uma avaliação mais assertiva. A lista de simbologia encontra-se no Quadro 1.

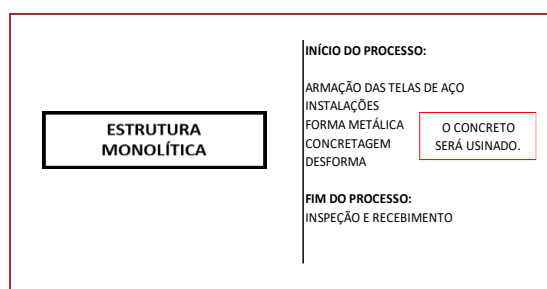
Quadro 1. Simbologia utilizada para elaboração do Diagrama de Fluxo de Processos

SÍMBOLOGIA	IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
	TRANSPORTE	REPRESENTA A MUDANÇA DE LOCAL OU POSIÇÃO DE UM MATERIAL OU COMPONENTE.
	INSPEÇÃO	REPRESENTA NA AVALIAÇÃO QUALITATIVA OU QUANTITATIVA DE MATERIAIS E COMPONENTES.
	ESTOQUE/ESPERA	OS MATERIAIS E COMPONENTES ESTÃO IMÓVEIS, NÃO SENDO SEJUEITOS A QUALUER TIPO DE TRABALHO.
	PROCESSAMENTO OU CONVERSÃO	MODIFICA DE FORMA OU SUBSTÂNCIA, MONTAGEM OU DESMONTAGEM.

Fonte: Adaptado: Lean Construction (ISATTO, et.al., 2000).

Para elaboração do diagrama de fluxo foi definido o processo desde o ponto inicial ao ponto final conforme figura 2.

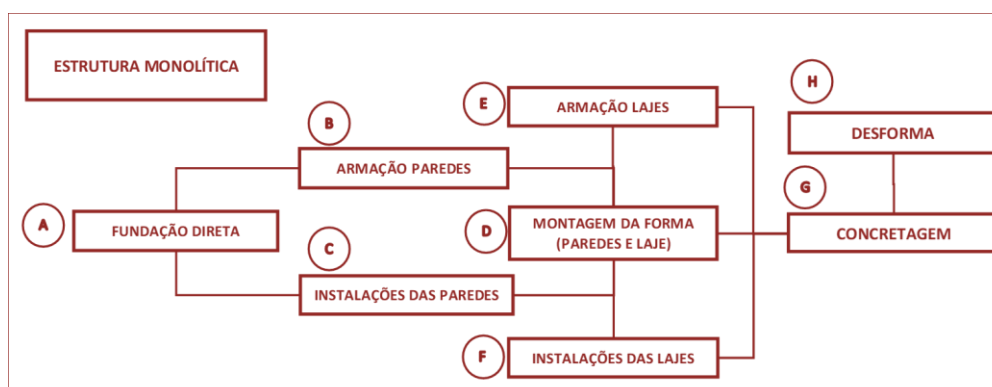
Figura 2. Identificação do ponto inicial e final da estrutura monolítica



Fonte: Autoria própria (2021)

A estrutura do produto foi organizada de acordo com a ordem de execução conforme Figura 3.

Figura 3. Estrutura do produto

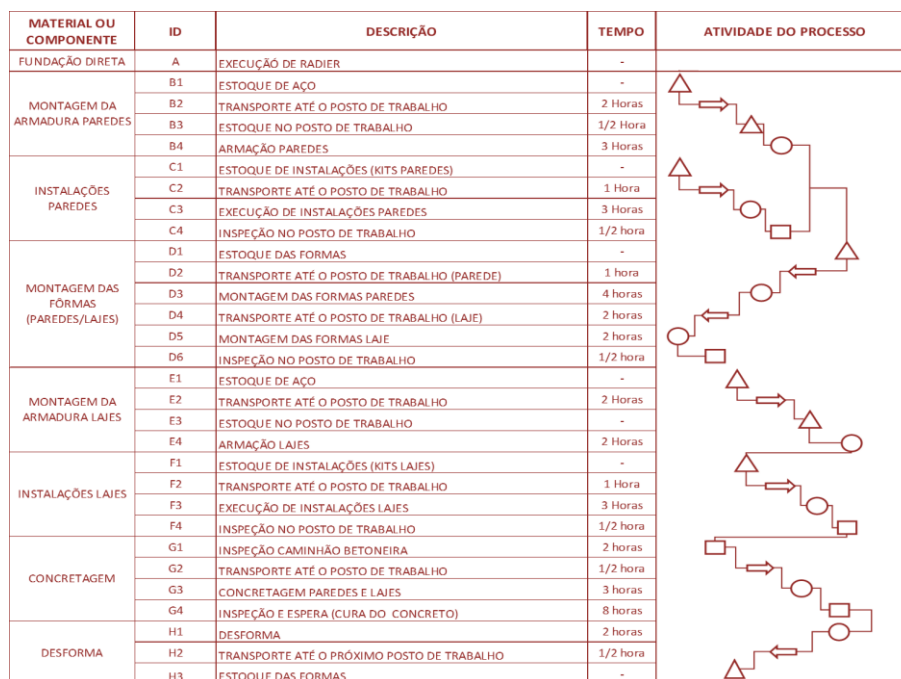


Fonte: Autoria própria (2021)

Com as informações contidas no Quadro 1 e Figuras 2 e 3, foi possível representar o diagrama de produção da estrutura monolítica e verificar o tempo necessário para a realização das atividades. O diagrama de processo está representado na Figura 4.



Figura 4. Diagrama de Fluxo do Processo



Fonte: Autoria própria (2021)

Os tempos de estoque de aço e formas metálicas foram determinados segundo critérios de projetos, suprimentos e obra. Ademais todos os tempos apresentados em horas foram estimados através de dados obtidos no cronograma executivo da obra, diários de obra e experiência do engenheiro de planejamento da obra Smart Vista do Sol, essas informações foram obtidas com análise em campo.

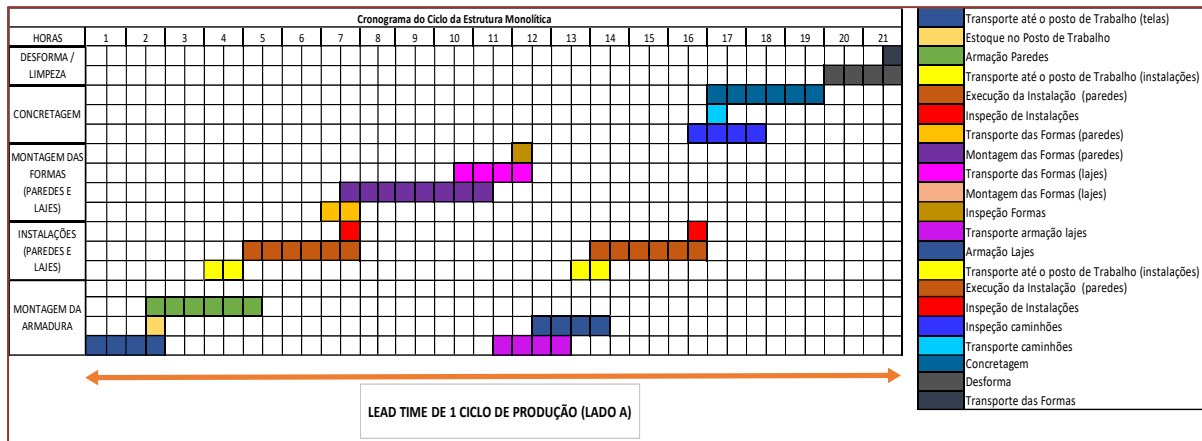
A atividade de inspeção do produto a cada etapa apresentada na Figura 4, permite que não haja retrabalhos sendo possível manter o ritmo entre as transferências de etapas.

O uso dessa ferramenta, possibilitou à análise do fluxo do processo de produção da estrutura monolítica, representando o tempo gasto para execução de um lado do pavimento, com o resultado dessa etapa é possível determinar o *Lead Time*.

#### 4.2. DETERMINAÇÃO DO LEAD TIME ATUAL DA ESTRUTURA MONOLÍTICA

O *Lead Time* da estrutura monolítica é obtido pela soma dos tempos de operação e processamento, representado na Figura 4.

Figura 5. Cronograma do Ciclo da Estrutura Monolítica



Fonte: Autoria própria (2021)

Para efeito de cálculo e visualização foi apresentado o cronograma das etapas do ciclo, representado na Figura 5, os blocos apresentados com cores distintas não têm um significado específico e elas podem ser determinadas de forma a ficarem bem visíveis. Essa configuração do cronograma trata-se das linhas de balanço, uma ferramenta muito prática e que demonstra as transferências entre as atividades e suas sucessoras.

A seta compreende o início (transporte das armaduras até o posto de trabalho) ao fim do ciclo (inspeção do concreto), estabelecendo o *lead time* do primeiro ciclo de produção tendo a duração de 21 horas. Esse é o tempo gasto para produzir um lado de um bloco em estrutura monolítica e pode ser compreendido como o tempo em que há um primeiro *start* no processo (início) que poderá vir de uma solicitação de um cliente interno como, por exemplo, a equipe de revestimentos, até o recebimento por essa equipe do produto (estrutura monolítica), o *lead time* pode ser entendido dessa forma.

#### 4.3. ESTABELECIMENTO DE AÇÕES PARA A REDUÇÃO DO LEAD TIME

As ações possíveis de serem tomadas para melhoria no processo produtivo da estrutura monolítica é a organização das fôrmas metálicas em local próximo ao bloco que será executado e dispor de equipes para limpeza dessas peças para reduzir o desperdício de tempo e melhorar a qualidade do produto acabado.

Deve-se realizar o treinamento da equipe responsável pela montagem da fôrma, disposição das armaduras e *kits* elétricos, com mudança de pensamento sobre o que é o produto e qual a qualidade esse produto deverá ter, engajar a equipe por meio de conversas no local de trabalho e melhorar a qualidade no processo de trabalho.

A busca por melhoria no processo para ser efetiva, deve ser iniciada por uma mudança na cultura dos envolvidos, os líderes operacionais e administrativos devem estar abertos para essas mudanças e motivar as suas equipes. Mediante isso a metodologia *Kaizen* que está intrínseca no *Lean construction* apresenta ferramentas práticas para a melhoria contínua.

A análise de causa e efeito é uma ação que pode ser tomada para melhoria do processo de estrutura monolítica, pois, permite uma avaliação profunda dos principais problemas e ações que podem ser tomadas para resolvê-los. Para que esta ferramenta seja efetiva é

importante uma análise no *gemba* (chão de fábrica) e somente no local será identificado as perdas no processo.

## 5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresenta a análise dos dados obtidos em campo, aplica as ferramentas de diagrama de fluxo de produção e cronograma físico para determinar o Lead time e propôs ações para redução e eliminação de atividades que não agregam valor para etapa de estrutura monolítica.

A compreensão da filosofia *Lean Construction* permitiu que esta pesquisa avaliasse de forma mais efetiva os dados obtidos, transformando-os em conhecimento. Dessa forma, tornou-se possível a aplicação das ferramentas apresentadas no item 4.1. Este trabalho também apresenta medidas que podem ser tomadas para a redução do *lead time* que só foi possível dada a ciência da *Lean Construction*.

O estudo teve como objetivo geral propor medidas de redução do *lead time* da estrutura monolítica da obra residencial de multipavimentos, o mesmo foi alcançado e as medidas foram propostas, apresentadas no item 4.3.

Tornou-se necessário a divisão deste trabalho em etapas. Inicialmente com uma abordagem de coleta de dados e transformando-os em conhecimento, analisando as atividades de fluxo e propondo ferramentas e ações para a redução do *lead time*.

O estudo do *Lead Time* é o efeito de muitas ações que foram tomadas dentro do processo de execução, dessa forma é possível estudar pontos importantes que não foram avaliados neste trabalho. Pesquisas em relação a perdas no processo, projeto do sistema de produção, análise de indicadores e gestão de restrições, são abordagens que darão uma visão mais detalhada do processo, dando oportunidade para mais melhorias dentro de uma organização.

## REFERÊNCIAS

- [1] SCHRAMM, Fábio Kellermann. O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social. 2004.
- [2] ISATTO, Eduardo L. et al. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.
- [3] ALVES, Thaís da Costa Lago. Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de caso. 2000.
- [4] SOUZA, UEL de; MORASCO, F. G.; RIBEIRO, GNB. Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil. Brasília: CBIC, v. 1, 2017.
- [5] HOOD, Eduarda da Silva Scott; ISATTO, Eduardo Luis; FORMOSO, Carlos Torres. Sistema Last Planner X Advanced Work Packaging. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, p. 1-7, 2019.

# Capítulo 14

## *Alterações do plano diretor do aeroporto de Maricá-RJ*

*Thaís Tristão Teglas*

**Resumo:** Sendo considerado um forte agente para a valorização e desenvolvimento de uma região, o aeroporto, por garantir o transporte aéreo, torna-se um importante aliado na logística desta da região. Visando resguardar a expectativa de expansão da unidade aeroportuária, é necessário que seja elaborado o Plano Diretor onde são apresentadas todas as diretrizes para aplicação de tal planejamento. Neste contexto, o objetivo geral deste artigo foi verificar os benefícios de atualização do Plano Diretor Aeroportuário de Maricá-RJ. Para isso, é necessário estar identificando os critérios para modernização do aeroporto de Maricá, considerando cálculos de demanda, levantando as alterações necessárias para atender as necessidades, avaliando os impactos ambientais causados pela expectativa de expansão do sítio aeroportuário. Espera-se como consequência identificar as áreas impactadas com as mudanças, avaliar as alterações no plano diretor atual e descrever os benefícios para o desenvolvimento de Maricá. Com esses resultados almeja-se reforçar que a necessidade de atualização do Plano Diretor do aeroporto de Maricá, com vistas a atender à demanda operacional, bem como à expansão do sítio aeroportuário, observando a necessidade de preservação ambiental. No aeroporto de Maricá, as alterações detectadas no Plano Diretor atual, foram a implementação do Balizamento Noturno para auxiliar o pouso das aeronaves durante a noite, centro de manutenção, treinamento e resgate, conseguindo assim mais vagas para helicópteros e aviões, além de mais hangares. Sugere-se então novas pesquisas, contribuindo gradativamente para esse cenário que constantemente precisa de melhorias direcionadas ao fortalecimento de suas atividades, infraestrutura e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Aeroporto. Aeródromo. Plano Diretor.

## 1. INTRODUÇÃO

Quando se fala de aeroportos, é necessário ter em mente que, por definição, trata-se de um aeródromo público que tem como objetivo fornecer apoio às operações do transporte aéreo, incluindo as aeronaves, terminais de embarque e desembarque de passageiros e cargas. Em suma, sua infraestrutura é a base de apoio ao meio de transporte aéreo e muitas vezes representa o ponto de conexão da região na qual está localizado com o mundo.

O aeroporto exerce grande influência no desenvolvimento de uma cidade, atuando não só nos negócios como também no meio ambiente. Por isso, durante o processo de planejamento de um aeroporto, é fundamental que seja feita uma projeção futurística de expansão da unidade aeroportuária, a fim de que haja uma harmonização entre o futuro do investimento e os impactos advindos dessa expansão.

Com intuito de registrar, e em tese garantir, as reais expectativas de crescimento do aeroporto, o seu operador deve elaborar o Plano Diretor (PDIR), sendo este o documento que contém todas as diretrizes que orientam o desenvolvimento da unidade aeroportuária.

Este trabalho tem por motivação trazer ao curso de Engenharia Civil o conhecimento dos quesitos sobre Plano Diretor, adequação de infraestrutura de um aeroporto, bem como as possíveis consequências de alterações em uma unidade aeroportuária.

Na primeira seção foi abordado sobre identificação dos critérios de atualização do aeroporto de Maricá. Na segunda seção sobre o levantamento das alterações para atendimento à demanda. Na terceira seção foram apresentados a avaliação dos impactos causados pelas modificações.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. A UTILIZAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO

O aumento da demanda por transporte aéreo e o crescimento da economia está progredindo continuamente no Brasil e no mundo. Em resposta a alteração da demanda por transporte aéreo no Brasil, as companhias aéreas modificaram as tarifas das passagens, assim como a quantidade de assentos ofertados. Compreender essas mudanças é essencial para a demanda do transporte aéreo e planejamento de investimentos no setor (COPPIO et al., 2017).

A utilização do transporte aéreo é essencial no mundo globalizado atualmente. Diante da criação das aeronaves no século XX, o setor vem se aprimorando ao longo dos anos constantemente. O transporte aéreo assume um papel nas relações econômicas entre os estados, visto que a aviação tem a capacidade de ligar bens, pessoas e mercadorias, com segurança e dinamismo (RIBEIRO, 2021).

### 2.2. PLANO DIRETOR AEROPORTUÁRIO

O Plano Diretor Aeroportuário (PDIR) é um documento elaborado pelo operador de aeródromo que estabelece o planejamento para a expansão da infraestrutura aeroportuária. Estabelece ainda, um conjunto de diretrizes que orientam a implantação, o desenvolvimento e a expansão da infraestrutura aeroportuária, de maneira ordenada e

ajustada à evolução do transporte aéreo para a melhor aplicação de investimentos (ANAC, 2010).

Figura 1. Exemplo de Plano Diretor em Aeroporto



Fonte: Plano Diretor do Aeroporto de Foz do Iguaçu (2021)

Assim, precisa-se elaborar um PDIR adequado à expansão da infraestrutura aeroportuária e aderente às necessidades e disponibilidades, durante todas as fases da ampliação, sem desperdícios e em compatibilidade com o meio ambiente, e demais fatores intervenientes.

Entretanto, é preciso analisar a infraestrutura ofertada para atender a demanda. Com essa verificação, é elaborado as principais estruturas que devem permanecer, ou que necessitam ser revitalizadas, denominando as implementações para cada componente (INFRAWAY, 2018).

No desenvolvimento desse Plano, consideram-se os potenciais de desenvolvimento para melhor atendimento, entre os itens analisados, estão as estruturas e as infraestruturas que irão modernizar e readequar o aeroporto, além da relevância econômica de cada aeroporto.

### 2.3. IMPORTÂNCIA DO PLANO DIRETOR NOS AEROPORTOS

No Plano Diretor aeroportuário é possível aplicar projetos estratégicos a partir de uma visão sistêmica do setor de transporte sendo uma atividade econômica que agrega valor às mercadorias e ao desenvolvimento regional. Contudo, ordena-se a geração de atividades econômicas dos municípios envolvidos para evitar aglomeração geradas pelo fluxo de passageiros e de mercadorias oriundas do Aeroporto de Maricá, na atração de investimentos produtivos para as empresas que utilizam o transporte aéreo como parte de seus processos produtivos e de comercialização de mercadorias (CAPPA et al., 2014).

Segundo Silva e Rody (2016), o dimensionamento de pavimentos aeroportuários, é conceituado através do termo aeronave crítica de projeto, em que a expansão precisa ser analisada para desafogar o tráfego da área terminal da cidade, pois as aeronaves desencadeiam danos mais irreversíveis para o lugar, logo, atualmente essa definição do dimensionamento se dá por meio de um estudo de demanda e a composição da frota que irá operar em determinado aeródromo.

Na elaboração do Plano Diretor de ocupação da área, cria-se algumas questões reflexivas sobre o impacto ambiental da obra, ou seja, o aeroporto pode ser mais que um

equipamento de transporte, pode também servir como uma infraestrutura de compensação ambiental (NORIS et al., 2010).

### **3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

Para elaboração do presente artigo foi utilizado o método de pesquisa descritiva, por meio de análise documental, com a finalidade de verificar os benefícios de atualização do Plano Diretor Aeroportuário de Maricá-RJ. Para atingir tal objetivo foram estudados os critérios de atualização para atender à crescente demanda recebida pelo aeroporto de Maricá e também a identificação dos impactos ambientais gerados pelas alterações propostas.

#### **3.1. IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE ATUALIZAÇÃO DO AEROPORTO DE MARICÁ**

Identificar os critérios de atualização do aeroporto de Maricá, avaliando as áreas impactadas com as mudanças.

#### **3.2. LEVANTAMENTO DAS ALTERAÇÕES PARA ATENDIMENTO À DEMANDA**

Analisar as principais alterações no plano diretor atual, para atender à demanda

#### **3.3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS PELAS MODIFICAÇÕES**

Avaliar os impactos ambientais causados pela expectativa de expansão do sítio aeroportuário, descrevendo os benefícios para o desenvolvimento de Maricá.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS IMPACTADAS COM AS MUDANÇAS**

Os principais impactos provenientes da construção tiveram sua origem nas desapropriações, ruídos produzidos e poluição de lixo e esgoto. A previsão inicial da construção foi de uma produção de 25 toneladas de lixo por dia, elevado para 60 toneladas diárias no final da obra (RIBEIRO, 2021).

Os lixos ou resíduos sólidos provenientes do aeroporto foram incinerados nos próprios locais de produção, ou seja, em alguns pontos foram detectados escassez de medidas mitigadoras, como o fato de que o lixo e o esgoto gerados na construção do terminal não tinham ações previstas. Ainda vale apontar que após o fim das obras, houve aglomerações urbanas nas proximidades do aeroporto.

O Conceito de Aeroporto Inteligente foi uma das mudanças que obteve todas as facilidades e serviços para helicópteros e aeronaves de asa fixa – centro de manutenção, treinamento e resgate, conseguindo assim mais vagas para helicópteros e aviões, comerciais e cargas de pequeno e médio porte, mais hangares (CODEMAR, 2020).

Esse conceito acarretou mais conforto para o público, disponibilizando um hotel quatro estrelas, centro empresarial, além de dois terminais de passageiros, sendo um

ampliado para *offshore* e outro para o público comercial e executivo, que atendeu o Complexo Turístico, assim como o acesso direto ligando o Aeroporto ao Rio de Janeiro.

Além do balizamento luminoso para operações noturnas, foram construídos dois novos hangares possuindo 1.221 metros quadrados cada, onde atendem a todas as necessidades que envolvem os preceitos de sustentabilidade e normas internacionais de aviação civil. Essas inovações, podem receber células fotovoltaicas nas coberturas, ventilação natural, e também estão compostos por um sistema de reservatório de reuso direcionado à lavagem de aeronaves (PREFEITURA DE MARICÁ, 2020).

Os voos de operação *offshore* tornaram-se uma realidade no Aeroporto Municipal de Maricá. Foi assinado um contrato com a Petrobras, e a empresa Aeróleo Táxi Aéreo S/A foi a primeira a utilizar a pista comercialmente. De acordo com Tenente (2019), além de atender às demandas das plataformas de petróleo, a atividade também fomenta o turismo e aqueceu a economia da região.

Figura 2. Operação Offshore



Fonte: Prefeitura de Maricá (2020)

#### 4.2. PRINCIPAIS ALTERAÇÕES NO PLANO DIRETOR ATUAL

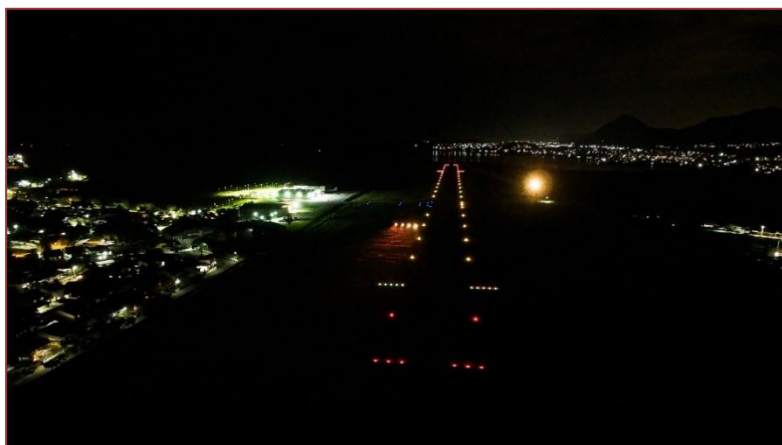
O Aeroporto de Maricá tem parceria de colaboração técnica com o Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes (SERIPA 3).

A atual capacidade do pátio é para receber até 10 aeronaves simultaneamente. Possui também abastecimento de aeronaves, realizado através de operação especial com caminhões, além de monitoramento e controle de ambientes através do sistema de Circuito Fechado de TV (WIKIPÉDIA, 2018).

A Companhia de Desenvolvimento de Maricá-Codemar - avançou no serviço de aviação civil ao ampliar as atividades do Aeroporto de Maricá, com a implementação do Balizamento Noturno. Com auxílio à navegação, a região Leste Fluminense passa a dispor de um novo equipamento para pousos e decolagens durante a noite. O aeroporto funciona 24 horas por dia. Entretanto, para operações após as 22h, somente por agendamento prévio com o Operador (CODEMAR, 2020).



Figura 3. Sistema de Balizamento Noturno



Fonte: Prefeitura de Maricá (2020)

Foi um sistema composto por luzes específicas que margeiam todo o pátio e servem para identificar a pista e locais seguros para pouso durante a noite, direcionando os pilotos nas operações de pouso e decolagem. Cada item implantado foi planejado de forma a facilitar a identificação de cada setor da superfície do aeródromo destacando as curvas, cabeceiras, pista de pouso e de taxiamento, além do PAPI (indicador de trajetória de aproximação de precisão); sistema composto por quatro luzes, localizado no lado esquerdo da pista de pouso, indicando a rampa ideal de aproximação para pouso.

O terminal funcionava até 2018, como um aeródromo disponibilizado apenas para operações visuais diurnas, ou seja, com pista utilizável apenas durante o dia, sem apoio de instrumentos, sob condições meteorológicas de voo visual. Posteriormente, foi totalmente reformado para receber voos de aviação regional ou executiva, sendo uma alternativa fundamental tanto por ser localizada próxima da capital, assim como das regiões turísticas. Em sua mais recente modernização, começou a operar com IFR (*Instrumental Flight Rules*), que permite decolagens, aproximações e pousos com pouca visibilidade no horário noturno (MARTINS, 2021).

Nessa perspectiva, é possível analisar que essa mudança traz constantes benefícios para a população da região, e demais cidades vizinhas, além disso possibilita o uso de diversos equipamentos que dão suporte para esse funcionamento.

#### **4.3. MEDIDAS DE ADEQUAÇÕES E DEMANDA, IDENTIFICANDO OS BENEFÍCIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE MARICÁ**

Com a implantação das medidas de distanciamento social, necessárias para conter a propagação do Covid-19, o processo de revisão do Plano Diretor utilizou ferramentas da internet para difundir informações e garantir a participação social nas discussões de diagnóstico e propostas (PREFEITURA DE MARICÁ, 2020). Essas ações foram primordiais para minimizar a incidência de casos na Cidade, além de organizar todas as funcionalidades de um Plano Diretor eficaz.

O acordo realizado no mês de abril com a Prefeitura de Maricá, juntamente com a Companhia de Desenvolvimento de Maricá (Codemar), a empresa italiana Leonardo trouxe melhorias para área de segurança urbana, além de manutenção de aeronaves no

município. Dentro deste contexto, foi inaugurado o Centro de Controle Operacional (CCO) do Aeroporto de Maricá (TENENTE, 2020).

Essa proposta implementada foi pautada como um conteúdo estabelecido no Projeto Básico para orientação do processo de inovação do Plano Diretor. A revisão do Plano Diretor, foi fundamental para a integração das funções que envolvem os procedimentos do aeroporto e, assim, a complementariedade do planejamento municipal como um todo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo, foi possível identificar diversas alterações que ocorreram atualmente no Plano Diretor do Aeroporto de Maricá-RJ, as medidas que se tornaram adequadas para ampliação dos serviços direcionados no local. Diante dessas novas propostas, foram implementados o conceito de aeroporto inteligente, com mudanças e facilidades de serviços para helicópteros e aeronaves de pequeno e médio porte, dois terminais de passageiros que atenderam o complexo turístico do município.

Portanto, foi possível identificar as áreas que foram afetadas de alguma forma pelas modificações, sendo desapropriações, lixos com descarte inadequado, além disso, trouxe também atributos positivos na questão de sustentabilidade, como a construção de dois hangares com 1.221 metros quadrados, composto por células fotovoltaicas nas coberturas e ventilação natural. A ANAC ainda, avaliou essas alterações que aconteceram, analisando o nível de capacidade dos pátios para receber aeronaves, monitoramento e controle de ambientes, sistema de balizamento noturno para detectar pistas e locais seguros para pouso durante a noite. As demais propostas foram fundamentais para o processo de renovação do Plano Diretor Aeroportuário do Município.

Durante a procura dos artigos que envolvessem o sistema do Plano Diretor em aeroportos, principalmente na cidade de Maricá RJ, destacou-se a falta de estudos que abordem sobre esse processo, dificultando assim a pesquisa e o objetivo em questão. Sugere-se então novas pesquisas direcionadas ao Plano Diretor Aeroportuário, contribuindo gradativamente para esse cenário que constantemente precisa de melhorias direcionadas ao fortalecimento de suas atividades, infraestrutura e sustentabilidade, pois são requisitos essenciais para evolução das diferentes tarefas, além de contribuir para a área de Engenharia Civil cientificamente.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANAC. Planejamento Aeroportuário. Ministério da Infraestrutura, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aerodromos/planejamento-aeroportuario>. Acesso em: 01 dez. 2021
- [2] CAPP A J. O Aeroporto Internacional de Viracopos e a Indução do Desenvolvimento na Região Metropolitana de Campinas. Revista Geografares, n.16, p.120-140, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/6402>. Acesso em: 22 dez. 2021
- [3] COPPIO G et al. Impacto da crise econômica brasileira no transporte aéreo no país: Uma análise da influência do PIB e da inflação. Revista Transportes, v.25, n.2, 2017. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1241/638>. Acesso em: 22 dez. 2021
- [4] CODEMAR. Aeroporto de Maricá avança com sistema de Balizamento Noturno. Codemar, 2020. Disponível em: <https://codemar-sa.com.br/aeroporto-de-marica-avanca-com-sistema-de-balizamento->

noturno/. Acesso em: 19 nov. 2021

- [5] FRANÇA I.S et al. Planejamento urbano e participação social em cidade média: a revisão do plano diretor de Montes Claros-MG. GeoTextos, vol. 12, n. 2, dezembro 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/18117/13138>. Acesso em: 03 nov. 2021
- [6] INFRAWAY. Plano Diretor. Disponível em: <https://infraway.com.br/plano-diretor/>. Acesso em: 01 dez. 2021
- [7] MARTINS C. Aeroporto de Maricá está liberado para voos noturnos e por instrumentos. Aeroin, 2021. Disponível em: <https://www.aeroin.net/aeroporto-de-marica-liberado-voos-noturnos-instrumentos/>. Acesso em: 19 nov. 2021
- [8] NORIS A.C et al. Aeroporto de Ribeirão Preto. Revista do Programa de Pós-Graduação, n.4, 2010. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/214>. Acesso em: 22 dez. 2021
- [9] PREFEITURA DE MARICÁ. Modernizado, Aeroporto de Maricá comemora dois anos com abertura de operação noturna. Disponível em: <https://www.marica.rj.gov.br/2020/05/27/modernizado-aeroporto-de-marica-comemora-dois-anos-com-abertura-de-operacao-noturna/>. Acesso em: 19 nov. 2021
- [10] RIBEIRO R.V.D. Os impactos ambientais do aeroporto internacional de Guarulhos. Palhoça, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17661/4/TCC%20Rodrigo%20corrigido%5b2409%5d%20%281%29.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2021
- [11] SILVA W.P, RODY H.A. Dimensionamento de pavimentos aeroportuários pelo método da faa: caso aeroporto internacional de Foz do Iguaçu (sbfi). Projectus, v.1, n.2, p.50-57, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/229106119.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2021
- [12] TENENTE F. Aeroporto de Maricá ganha Centro de Controle Operacional. Prefeitura de Maricá, 2020. Disponível em: <https://www.marica.rj.gov.br/2019/06/27/aeroporto-de-marica-ganha-centro-de-controle-operacional/>. Acesso em: 18 nov. 2021

# Capítulo 15

## *Pavimentação asfáltica com tratamento (TSD) na estrada de acesso a comunidade da Ramada, no município de São Francisco/PB*

*Thiago Bruno Pereira Machado*

**Resumo:** No Brasil, a pavimentação asfáltica foi introduzida de forma concreta no século XX, desde então essa área da Engenharia se tornou fundamental na vida humana, principalmente no que se refere a economia do país. Os pavimentos asfálticos são de essencial importância para a sociedade. Neste artigo é apresentado um estudo de caso sobre a pavimentação asfáltica com Tratamento Superficial Duplo (TSD). Optou-se para esse artigo tratar do tema “Revestimento Asfáltico”, com base nos dados coletados em campo e a literatura científica do qual traz uma análise mais técnica e específica sobre o TSD, tendo em vista a sua natureza de aplicabilidade para o ramo das obras de estradas e rodovias. A proposta de discussão do estudo de caso teve como base a execução da implantação e pavimentação do acesso a comunidade da Ramada, localizada no município de São Francisco/PB, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica do Tratamento Superficial Duplo em pavimentos asfálticos, realizando o acompanhamento e análise de todas as etapas do processo de execução, identificando as suas vantagens e desvantagens e levantando os critérios de especificações. Afim de se compreender todos os métodos empregados neste processo, desde a imprimação dos materiais e lançamento dos agregados até a finalização e entrega do pavimento asfáltico. Como resultados espera-se encontrar evidências de que o TSD seja eficaz e proporcione vantagens significativas, como durabilidade, alta resistência e economia. Concluiu-se que estudos sobre o TSD tem uma grande importância nas construções de pavimentação em estradas e rodovias, por essa razão é preciso adquirir aprendizado sobre o objeto em questão.

**Palavras-chave:** Pavimentos asfálticos. Tratamento Superficial Duplo. Estradas. Rodovias.

## 1. INTRODUÇÃO

O revestimento asfáltico é a camada que recebe diretamente os esforços resultante do tráfego, assim como tem o objetivo de melhorar as condições do rolamento das vias. No Brasil, com o passar dos anos, a execução desse tipo de serviço tem apresentado grande e significativa melhora e tem-se utilizado novas técnicas e materiais na execução de camadas de rolamento de rodovias, aeroportos e vias urbanas. A pavimentação tem muita importância para a economia do país, uma vez que conecta uma rede que permite a locomoção de pessoas e cargas com agilidade, conforto, economia e segurança, que é essencial ao desenvolvimento.

Existem vários tipos de revestimento asfáltico utilizados na pavimentação asfáltica, em que o melhor tipo depende de vários fatores, como os esforços em que o pavimento será sujeito e para que se destina. Um desses revestimentos é o Tratamento Superficial Duplo (TSD) que é um revestimento flexível utilizado em locais com volume de tráfego leve.

O artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica do TSD em pavimentos asfálticos, por meio de estudo de caso, realizando o acompanhamento e análise de todas as etapas do processo de execução do TSD na cidade de São Francisco/PB, afim de se compreender todos os métodos empregados neste processo, desde a imprimação dos materiais e lançamento dos agregados até a finalização e entrega do pavimento asfáltico.

A relevância deste trabalho é poder contribuir para o conhecimento dos revestimentos betuminosos através da utilização do tratamento superficial duplo (TSD), e igualmente, para que instituições públicas ou privadas possam utilizar esta investigação e colocar em prática todo o conhecimento adquirido, para melhorias no futuro processo de construção.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

A estrutura do pavimento é definida como sendo a estrutura projetada para resistir e distribuir as forças verticais do veículo para o leito da estrada para melhorar o conforto e a segurança do passeio e tornar a superfície do rolamento mais durável (DNER, 1997).

A finalidade da estrutura do pavimento é receber as forças geradas pelo tráfego de veículos, mau tempo ou quaisquer condições climáticas intensas e transportar de forma a reduzir a pressão sobre a camada inferior da via. Portanto, é preciso construir pavimentos compatíveis com o empenho que realizarão (BALBO, 2007).

Conforme acentuado por Balbo (2007), a seleção e a extensão dos pavimentos devem se basear em vários fatores, por exemplo: a quantidade e a qualidade do tráfego, as condições climáticas e econômicas da área e os materiais utilizados para construir o pavimento. Levando em conta que o pavimento deve ser capaz de suportar todos os efeitos externos usados para fornecer aos usuários um transporte confortável e seguro, cuja estrutura é realmente capaz de suportar todos os seus esforços devido à combinação de transporte e meio ambiente e ação climática, e pode reduzir custos, usar materiais de áreas onde as estradas são colocadas, tanto quanto possível, e reduzir os custos de transporte desses materiais.

O DNIT classifica os pavimentos asfálticos em flexível, semirrígido e rígido.

Pavimentos flexíveis concernem nos pavimentos onde as várias camadas do pavimento sofrem algum tipo de deformação elástica quando submetidas a uma força, que faz com que a carga aplicada seja distribuída por todo o pavimento.

O pavimento semirrígido trata-se daqueles com uma camada de base de cimento.

O pavimento rígido tem seu revestimento constituído de concreto, são feitos de cimento Portland com grande rigidez (DNIT, 2005).

Da mesma maneira, Balbo (2007) admite que a diferença básica entre os três tipos de pavimento é que o tipo rígido utiliza placas de concreto e cimento, e o tipo semirrígido utiliza revestimento asfáltico quimicamente estável, que é o mesmo que no caso das misturas solo cimento. No tipo flexível, é utilizada uma camada de base com brita, em que é aplicado um revestimento asfáltico na parte superior da camada. Assim, eles divergem na forma como são implementados, nos materiais usados e na maneira como as forças são distribuídas para as outras camadas da rodovia.

Quanto às camadas do pavimento, basicamente é constituído pelas seguintes camadas: subleito, sub-base, base e revestimento (DNER, 1997).

A regularização do solo de fundação consiste em moldar o solo de fundação, não sendo necessariamente uma camada do pavimento, mas parte integrante do mesmo, o que inclui os cortes e aterros necessários para o perfil já pré-determinado em projeto e com os devidos agregados, à aplicação das demais camadas (SILVA; ROMEIRO, 2017).

O reforço do subleito ordinariamente é uma camada de aproximadamente 20cm de espessura feita com agregados e com a devida compactação, em contrapartida que o subleito serve de fundação para o pavimento que está sendo executado e o leito é a superfície disposta sobre a qual faz-se o pavimento (SILVA; ROMEIRO, 2017).

A sub-base é uma camada complementar a base, tendo as mesmas funções, porém unicamente executada quando se fizer necessário diminuir a espessura da camada da base, uma vez que a base é a camada responsável por fazer a distribuição dos esforços resultantes do tráfego de veículos para o subleito, é por cima da base que é arrojado o revestimento, que se trata de cobertura impermeável, capaz de melhorar as condições de rolamento, proporcionando conforto e segurança aos usuários, tornando o pavimento mais resistente e recebendo diretamente as cargas dos veículos, em conformidade com as especificações dos projetos aprovados (SILVA; ROMEIRO, 2017).

Existem outros serviços que fazem parte da pavimentação que não são necessariamente camadas, como é o caso da regularização, imprimação e pintura de ligação. A imprimação tem a função de impermeabilizar o solo antes da aplicação da camada de revestimento, já a pintura de ligação tem a função de ligar as camadas umas nas outras (SILVA; ROMEIRO, 2017).

Logo, cada camada é composta de várias formas, e cada camada tem uma função específica, seja servir de base para outra camada, seja tornar o piso mais duradouro, impermeável e suportar o impacto da carga gerada por veículo, que acabará gerando tensão na estrutura do pavimento.

## **2.2. TIPOS DE REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS EXISTENTES**

Revestimento asfáltico é a camada mais alta do pavimento, ela é feita para resistir diretamente aos condicionamentos do tráfego de veículos e passar para as demais

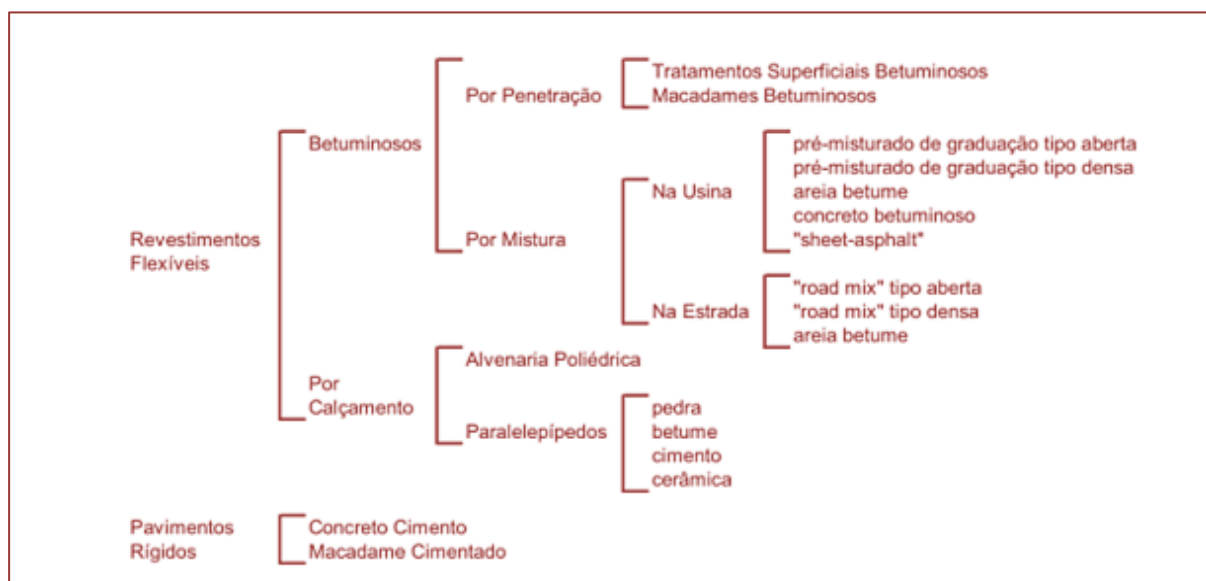
camadas de forma contida, ainda se faz responsável pela impermeabilização, bem como garantir as condições de rolagem adequadas (BERNUCCI *et al.* 2006).

O revestimento tem funções importantes quando atua sobre o pavimento, bem como suportar diferentes cargas sem deformações, sejam elas plásticas ou elásticas, desagregação dos componentes constituintes do pavimento, ou até mesmo perda de compactação, que exige mais cuidado na execução e prova que os materiais precisam ser conectados ou dispostos de forma que não se movam horizontalmente (BALBO, 2007).

Os revestimentos betuminosos, são compostos por um ajuntamento de ligantes betuminosos, material de enchimento e minerais graduados, também conhecido como britagem (SILVA; ROMEIRO, 2017).

Os revestimentos asfálticos podem ser agrupados, conforme ilustrado na Figura 01:

Figura 1. Agrupamento dos revestimentos asfálticos



Fonte: DNIT (2005)

A mistura por infiltração direta ocorre quando o revestimento é finalizado por espalhamento e compactação de camadas de agregado, após a compactação de cada camada, o material betuminoso é recoberto e, finalmente, na última camada, agregado miúdo, como ocorre com revestimento de macadame betuminoso, tem o mesmo processo construtivo que o tratamento de superfície dupla, com maior espessura e variedade, é frequentemente utilizado como camada de base (SILVA; ROMEIRO, 2017).

Nos revestimentos asfálticos por mistura, os agregados são misturados com o material betuminoso antes da prensagem, o processo de mistura pode ser realizado na unidade para este fim, ou pode ser misturado a frio enquanto o agregado e o ligante são distribuídos à temperatura ambiente, ou quente, quando se espalham sobre a pista ainda quente, assim como sobre a pista de assentamento do pavimento (DNIT, 2005).

Existem outros tipos de superfícies asfálticas, como os pavimentos flexíveis, que podem ser em alvenaria multifacetada, isto é, camadas irregulares de pedra sobre a camada de alisamento, prensadas ou paralelepípedos, nas quais, ao contrário da alvenaria multifacetada (ANTUNES, 2013).

### 2.3. TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO – TSD

Para Balbo (2007), o tratamento de superfície é um revestimento em que não é utilizado nenhum processo de usinagem, que é realizado sobre uma base ou superfície revestida constituída pela junção de betume e agregado, onde o material betuminoso é utilizado para realizar o tratamento. A área superficial é: CAP (*Petroleum* O cimento asfáltico), obtido por processo de refino de petróleo, deve ser aplicado termicamente. No Brasil, os CAPs são classificados de acordo com a penetração ou consistência: CAP 30/45 (duro); CAP 50/70 e CAP 85/100 (médio) e CAP 150/200 (mole), este último utilizado para preparo de boa permeabilidade à camada agregada. Quanto ao betume diluído e emulsão betuminosa, a dosagem foi indicada no projeto de construção da pavimentação betuminosa.

O tratamento de superfície dupla é um revestimento asfáltico no qual um ligante asfáltico é aplicado duas vezes seguidas, cada camada é revestida com agregado mineral e submetida à compressão necessária para uso no pavimento. No dia do revestimento, devem ser observadas algumas condições especificadas na norma DNER 309/97: o revestimento não pode ser realizado em dias de chuva, deve-se tomar cuidado para que a temperatura ambiente não desça abaixo de 10°C, e o material entregue à fábrica deve ter um certificado de análise e uma descrição do fabricante do país de origem, a quantidade entregue e qualquer informação relevante e recomendada, pois assim o pavimento terá as propriedades desejadas (DNER, nº 309/97).

No caso de não houver boa adesão entre agregado e ligante betuminoso, é necessário o uso de melhoradores de adesão, e de acordo com a norma DNER (nº 309/97), as emulsões betuminosas, produzidas a partir de uma mistura de CAP, água e produtos químicos, só estão disponíveis se puderem ser utilizados para revestimentos de pisos quando são parte integrante de todas as camadas que compõem o revestimento (SILVA; ROMEIRO, 2017).

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

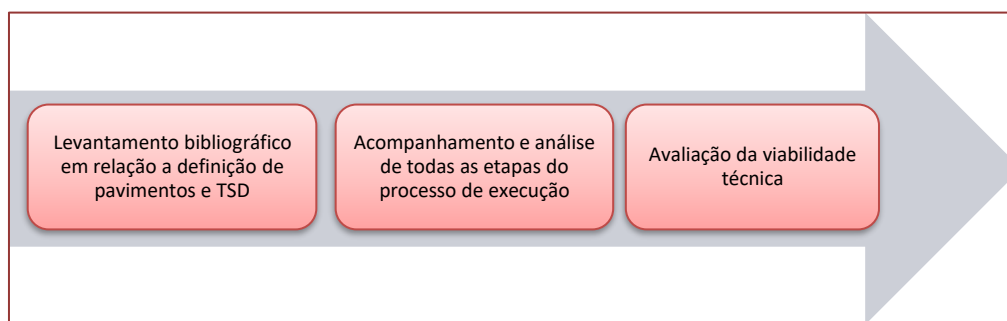
O presente artigo é estudo de caso na estrada de acesso a comunidade da Ramada, localizada no município de São Francisco/PB. O método de abordagem do artigo é qualitativo, caracterizando-se como uma pesquisa descritiva e exploratória.

Optou-se para esse artigo tratar do tema “Pavimentação asfáltica com tratamento (TSD) na estrada de acesso a comunidade da Ramada, no município de São Francisco/PB” com base nos dados coletados em campo e a literatura científica do qual traz uma análise mais técnica e específica sobre o Tratamento Superficial Duplo, tendo em vista a sua natureza de aplicabilidade para o ramo das obras de estradas e rodovias.

A área de estudo compreende o melhoramento de infraestrutura de 2,85 km do trecho rodoviário que liga o município de São Francisco/PB a comunidade da Ramada. A obra supracitada consiste na construção de pavimento desde a regularização do subleito, sub-base, base e camada de revestimento em TSD.



Figura 2. Fluxograma das etapas



Fonte: Autoria própria (2021)

### 3.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Pesquisa exploratória que envolve o levantamento bibliográfico, estudo da NORMA DNIT 147/2012 e conceitos, para um melhor conhecimento do tema do trabalho.

### 3.2. ACOMPANHAMENTO E ANÁLISE DAS ETAPAS DO PROCESSO

Foi realizado o acompanhamento e análise de todas as etapas do processo de execução do TSD na cidade de São Francisco/PB, afim de se compreender todos os métodos empregados neste processo, desde a imprimação dos materiais e lançamento dos agregados até a finalização e entrega do pavimento asfáltico.

### 3.3. AVALIAÇÃO TÉCNICA

Foi realizada uma avaliação técnica do TSD empregado no estudo de caso, com bases em pesquisa bibliográfica especificando suas vantagens e desvantagens.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ACOMPANHAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO

O estudo de caso sobre a pavimentação asfáltica em TSD foi desenvolvido na estrada de acesso a comunidade da Ramada, no município de São Francisco/PB, uma obra licitada e projetada pelo DER/PB (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado da Paraíba), perfazendo uma área total de 19.979,47 m<sup>2</sup> de revestimento asfáltico com Tratamento Superficial Duplo, cuja execução perdurou de 01 de dezembro de 2020 a 28 de setembro de 2021.

Após todos os serviços indispensáveis de terraplanagem e drenagem como desmatamento, destocamento e limpeza; escavação, carga e transporte de material de jazida e bota-fora; execução de sub-base e base; drenagem profunda e passagem molhada.

Iniciou-se a etapa de imprimação da via, com a utilização de um caminhão espargidor para aplicação de CM-30, que tem a função de impermeabilizar a base que será pavimentada, evitando infiltrações, é um processo rápido e prático, conforme a

Figura 3. O tempo de secagem demanda 3 dias, ou seja, 72 horas. Para uma correta aplicação do CM-30 é essencial a execução dos serviços de varredura e marcação da superfície a ser imprimada.



Figura 3. Aplicação do CM-30 na via

Fonte: Aatoria Própria (2021)

Finalizada a etapa de imprimação, tendo o tempo de cura do CM-30 sido alcançado, foi iniciada a varredura da pista imprimada, para remoção de todos os resíduos e poeiras que poderiam diminuir a aderência entre a pista e o ligante, poderá ser manual ou mecânica.

Em seguida é iniciada a aplicação da emulsão asfáltica do tipo RR-2C, utilizou-se o caminhão espargidor. Conforme especificações do DNIT é recomenda-se que seja aplicado o ligante asfáltico de uma só vez em toda a largura da pista a ser pavimentada, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Aplicação da Emulsão Asfáltica RR-2C



Fonte: Aatoria Própria (2021)

O lançamento dos agregados na via se dá por meio de implemento denominado Spread, que é acoplado a um caminhão basculante, como mostra a Figura 5.

Figura 5. Distribuição da brita 1 sobre o RR-2C



Fonte: Autorial Própria (2021)

Próximo passo foi a realização do espalhamento da 1ª camada do agregado (brita 1) imediatamente após a aplicação do ligante asfáltico, para que aumente a adesão entre o agregado e o ligante.

Na sequência, foi feita a distribuição da brita 1 e após o término do seu lançamento foi iniciada imediatamente a compressão, com a utilização do rolo vibratório liso e rolo de pneus, conforme a Figura 6.

Figura 6. Compactação com rolo vibratório liso



Fonte: Autorial Própria (2021)

Nos trechos em tangente, a compressão foi iniciada pelas bordas e progrediu até o eixo. Nos trechos curvos o início foi das bordas mais baixas para as mais altas. Recomenda-se que a cada passagem do rolo deve ser recoberta pelo menos a metade da largura na passada subsequente.

Na sequência, após a compactação da brita 1 deu-se início a execução da segunda camada de modo idêntico a primeira, respeitando as taxas de ligante e agregados do projeto.

Aplicou-se o RR-2C e distribuiu-se a brita 0 na segunda camada, conforme Figura 7, dando mais resistência ao pavimento. Da mesma forma que foi feita com a brita 1, também foi feita a compactação sobre a brita 0 utilizando o rolo vibratório liso e rolo de pneus.

Figura 7. Execução da segunda camada



Fonte: Autoria Própria (2021)

Não deve ser permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado, esse tráfego só deverá ser permitido após a compressão, de forma controlada.

## 4.2. AVALIAÇÃO TÉCNICA

De acordo com o responsável técnico do DER-PB, incumbido pelo projeto da pavimentação em Tratamento Superficial Duplo, foi escolhido esse tipo de pavimento levando em consideração o custo e os benefícios que ele pode oferecer, por apresentar boa resistência para pavimentos de pouco tráfego, ou ainda que possuam tráfego alto, mas de veículos leves.

As principais vantagens do TSD são: possui alta resistência ao desgaste devido ao movimento e ao clima, apesar de fina camada de base; impregna a superfície e protege as outras camadas; fornece um revestimento antiderrapante e altamente flexível para acompanhar, entre outras coisas para modificações que podem ocorrer no pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2006).

Garantir a boa qualidade da estrada, reduz os custos operacionais dos usuários, considerando que com um rolamento melhor os usuários não gastarão dinheiro com a manutenção do veículo com maior frequência, além de poderem viajar mais rápido, essa

qualidade só pode ser garantida pelos revestimentos asfálticos aplicados e pelo estado do pavimento (BALBO, 2007).

O TSD tem algumas desvantagens, como no momento do espalhamento do material, poderá ocasionar erro na determinação do tamanho do volume a ser despejado no local também pode ocorrer com a colocação de agregados (BERNUCCI *et al.*, 2006).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o que foi abordado no presente artigo, os vários tipos de revestimentos asfálticos, são escolhidos dependendo das condições que o pavimento está inserido, como as cargas e forças que lhe estão sendo transmitidas pelo tráfego de veículos e pelas condições climáticas.

O presente artigo teve como principal objetivo avaliar a viabilidade técnica do TSD em pavimentos asfálticos, por meio de estudo de caso, onde foi realizado o acompanhamento de todas as etapas do processo de execução do TSD no município de São Francisco/PB, no qual foi possível compreender todos os métodos empregados na execução do tratamento superficial duplo.

Com os estudos realizados e o estudo de caso foi possível compreender os processos de execução da pavimentação asfáltica em tratamento superficial duplo.

Tendo as vantagens apresentadas, o TSD ganha cada vez mais espaço por ser de fácil execução e ser executado a frio, composto basicamente por uma mistura de agregado asfáltico e ligante, ainda pela facilidade do transporte de material.

Desta maneira, o TSD realizado corretamente, com todo o cuidado necessário, com todas as especificações contidas no projeto de pavimentação, apresentará resultados satisfatórios tanto para os contratantes das obras, para garantir a relação custo-benefício, utilizando os recursos materiais da região onde o pavimento é construído, assim como para os clientes, que se beneficiam das boas condições de funcionamento, conforto e segurança.

Por fim, os resultados obtidos neste estudo poderão ser utilizados para futuros trabalhos, onde irão estimular novas pesquisas sobre a pavimentação asfáltica em TSD (Tratamento Superficial Duplo).

## REFERÊNCIAS

- [1] ANTUNES, David Pacheco. *Elaboração de um Manual Sobre os Ensaios Realizados nos Serviços de Terraplenagem e Pavimentação*. Lages, Santa Catarinense, 2013.
- [2] BALBO, José Tadeu. *Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- [3] BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. *Pavimentação Asfáltica : Formação Básica para Engenheiros*. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.
- [4] DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Glossário de Termos Técnicos Rodoviários*. Rio de Janeiro: IPR. Publ. 700, 1997, 296 p.
- [5] DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico - IPR. Divisão de Capacitação Tecnológica. Norma Rodoviária – Especificação de Serviço – Pavimentação – Tratamento Superficial Duplo*. DNER-ES 309/97, 10 p.

- [6] DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Conservação Rodoviária. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR. Publ. 710, 2005, 564 p.
- [7] DNIT. Relatório dos Levantamentos Funcionais das Rodovias Federais. Brasil, 2013. Disponível no endereço eletrônico: <<http://www.dnit.gov.br/download/planejamento-epesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria/relatorio-sgp-2012-2013-brasil.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- [8] PANITZ, Mauri Adriano. Dicionário Técnico: Português-Inglês. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.
- [9] SILVA, Ludimila de Andrade; ROMEIRO, Dionei Antonio. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM TSD–TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO–EM ZONAS URBANAS: ESTUDO DE CASO. 2017. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/384>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

# Capítulo 16

## *Eficiência do isolamento térmico em containeres*

*William Lins de Albuquerque Filho*

**Resumo:** O contêiner para uso comercial é uma excelente opção para a contemporaneidade. O isolamento térmico para contêiner, realizado através do aço que compõe o contêiner é um ótimo condutor térmico, sendo assim fica muito mais vulnerável as alterações climáticas como calor e frio; O poliuretano (PU) é uma das soluções que proporcionam bem-estar aos usuários dessas construções. Os projetos de isolamento se iniciam como em outro tipo de construções para que possam ser feito o posicionamento adequado de portas, janelas, para contribuir com uma melhor ventilação e análise sobre qual tipo de isolamento térmico se encaixaria melhor. Este artigo teve como objetivo geral avaliar a variação de temperatura interna e externa em contêineres por meio de pesquisa experimental. Para alcançar o objetivo geral foi necessário estar estabelecendo as condições do experimento por meio de determinação da amostra e condições experimentais; determinando as medidas de temperatura, por meio de medidas internas e externas conforme o programa experimental; e avaliando o gradiente de temperatura nos interiores dos contêineres, por meio de análise dos dados. Com isso foram realizadas as seguintes etapas: avaliação da validade das condições estabelecidas, avaliação a variabilidade dos dados e analisar a eficiência do isolamento térmico. E assim, com esses resultados comprovou-se que os materiais usados como isolamento térmico em contêineres podem ter a sua eficiência estimada por meio da medida de gradiente de temperatura, a qual descreve variação de temperatura entre um ponto interno e um externo.

**Palavras-chave:** Contêiner. Isolamento térmico. Gradiente de temperatura. Eficiência.

## 1. INTRODUÇÃO

No presente artigo, será abordado sobre o isolamento térmico nos contêineres que são uma fonte de calor, feitos em aço que é um ótimo condutor. O isolamento térmico foi criado para garantir a estabilidade das temperaturas ambientes para que não sofram influência de temperatura externa, beneficiando assim o controle da temperatura do local. O uso do isolamento térmico tem sua maior procura principalmente pela sustentabilidade, por ser um material bastante mutável, sua aplicação tem muitos benefícios na construção de contêineres domésticos tal qual para os comerciais.

Todos os modelos de contêineres que possuem isolamento térmico precisam ser desenvolvidos por engenheiros da área, pois sua principal condição é o cumprimento das normas dos órgãos reguladores que determinam padrões construtivos rigorosos, levando-os a excelentes níveis de desempenho e durabilidade aos seus clientes.

Neste artigo foi tido como objetivo geral avaliar variação de temperatura interna e externa em contêineres por meio de pesquisa experimental, analisando a eficiência do isolamento térmico. Seus objetivos específicos são: estabelecer as condições do experimento por meio de determinação da amostra e condições experimentais; determinar as medidas de temperatura, por meio de medidas internas e externas conforme o programa experimental; e avaliar o gradiente de temperatura nos interiores dos contêineres, por meio de análise dos dados de temperatura do programa experimental.

Esta pesquisa é de extrema relevância acadêmica, visto que, trata-se de um tema atual e que incide em economia e conceito sustentável. Os contêineres apresentam potencial para serem utilizados na construção civil, impedindo que, de utilizados para transporte marítimo e terrestre, não sejam apenas descartados, mas reaproveitados de maneira consciente e inovadora.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. CONTÊINER PARA USO COMERCIAL

O contêiner que também é conhecido como aço patinável, é uma grande caixa construída para fazer transportes de mercadorias, feito de aço e alumínio e polímero reforçado com fibras; o contêiner se tornou uma excelente opção para a contemporaneidade.

No Artigo 4º do Decreto nº80.145 de 15 de agosto de 1977, os contêineres são feitos de material muito forte e resistente, pois foram projetados para oferecer transporte de mercadorias com muita segurança, tendo selo de segurança aduaneira, e tendo que atender às condições técnicas e de segurança previstas na legislação nacional e pelas convenções internacionais exigidas pelo Brasil.

Segundo Camargo (2014), os contêineres são muito fortes por serem estruturas de aço, porém são leves e já feitos para que possam ser encaixados, podendo assim podendo ser empilhados em até 12 unidades quando estão sem nada. Podendo utilizar também outros mecanismos sustentáveis na construção.

Camargo (2014) diz algo para se refletir, não basta apenas comprar o contêiner e usar outros produtos e meios que vão desgastar o meio ambiente de qualquer forma, mas que se pense no todo que fará parte do contêiner, como o exemplo da energia solar que é um ótimo meio de ajudar na sustentabilidade.



Segundo Nunes (2017) a reutilização de contêineres marítimos que não são mais utilizados, aproveitam materiais nobres que foram deixados de lado para descarte, gerando economia por reutilização de recursos naturais que não irão ser utilizados para a estrutura da casa, como areia, tijolo, cimento etc. o que faz com que seja uma obra mais limpa, com redução de entulho e de outros materiais.

Segundo Ochhi (2016, p.25) “[...] como principal objetivo destas construções, a retirada destes recipientes da natureza reduz o impacto à sustentabilidade e à preservação ambiental”.

Como citado acima Nunes (2017) e Ochhi (2016) quiseram dizer que a ideia inicial e que se perpetua até hoje é a de causar menos impactos ambientais por ser uma obra limpa, livre de entulhos o que já evita muito a poluição do meio ambiente, não há utilização de areia e nem de água.

Segundo Mussnich (2015, p. 8) [...] o aço é um bom condutor de calor, portanto é de extrema necessidade que os *containers* sejam ajustados de forma a receber tratamento térmico para o conforto do usuário.

Como Mussnich (2015) afirma, o aço é um grande condutor térmico e o contêiner é feito quase totalmente do mesmo, dito isto, o contêiner em si passa a ser um grande condutor seja de frio, ou de calor.

Figura 1



Fonte: Autoria própria (2021)

## 2.2. ISOLAMENTO TÉRMICO PARA CONTAINERS

O isolamento térmico foi criado para garantir a estabilidade das temperaturas ambientes para que não sofram influência externa, nos contêineres isso se torna necessário pois são feitos de aço, que é um grande condutor térmico.

Conforme Occhi diz (2016), um fator indispensável na hora de adquirir uma construção em contêiner é o isolamento térmico, como dito anteriormente, o aço é considerado um ótimo condutor térmico. Se o projeto do contêiner não tiver nenhum parâmetro para solucionar esse problema, o desconforto térmico será grande naquele ambiente.

Para Kapuno, Rathore (2011. Pg. 20) isolantes térmicos são utilizados para resistir e diminuir o fluxo de calor de um sistema, reduzindo a transferência por condução, convecção e por radiação.

O objetivo do isolamento térmico, é minimizar a transferência de calor para o interior da edificação de forma a proporcionar conforto térmico.

Krebs *et al.* (2015) também observou a necessidade de tratamento térmico nos contêineres para melhor desempenho térmico, afirmou em seus estudos que o investimento na qualificação do envelope através da revisão de seu projeto visando uma melhor adequação bioclimática, resulta em um efetivo incremento no conforto dos usuários ao mesmo tempo em que resulta em uma redução do consumo energético anual.

Figura 2. Modelos de PU



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 3. Modelos de PU.



Fonte: Autoria própria (2021)

### 2.3. ISOLAMENTO DE POLIURETANO (PU)

Atualmente o Poliuretano é um tipo de isolamento térmico conhecido como PU, ele é feito de uma reação química de um Poli-isocianato. É muito utilizado no Brasil, pois, ele não propaga chamas (incêndio), não cria mofo e é inodoro.

Para Preigaukas (1999), a ideia de utilizar a espuma PU derivada de óleo vegetal tem fundamento em suas características de biopolímero compatíveis com os princípios de sustentabilidade ambiental, e ainda possui propriedades como leveza, fácil manuseio e instalação, resistência, menor volume ocupado, alta durabilidade e baixa condutividade térmica, em comparação com outros materiais.

Um compósito sanduíche consiste essencialmente de duas faces, podendo inclusive possuir reforços metálicos e um núcleo formado normalmente por um polímero celular.

Nas faces deste tipo de painel o núcleo é de espuma rígida de poliuretano e a união oca (BUSTAMANTE, 2000; DOW *et al.*,2006).

Uma estrutura sanduíche resulta da união por colagem ou soldagem de duas faces e um núcleo extremamente leve que é utilizado para manter afastadas as faces. Estes compósitos apresentam ótimas propriedades, como baixíssima densidade, alta

resistência à flexão e excelentes características quanto ao isolamento térmico (GAY; HOA, 2007).

Como citado à cima, o famoso “sanduíche” é nada mais que a aplicação do PU entre a parede interna e externa do contêiner. Funciona como um selante adesivo e é um produto de fácil aplicação. As Figuras 4 e 5 mostram a máquina de fabricação de PU.

Figura 4. Máquina de fabricação de PU



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 5. Máquina de fabricação de PU.



Fonte: Autoria própria (2021)

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O artigo trata-se de uma pesquisa experimental que é característica das ciências naturais, pautadas no método científico para comprovação de seus nexos causais, o que ocorre basicamente através de experimentos.

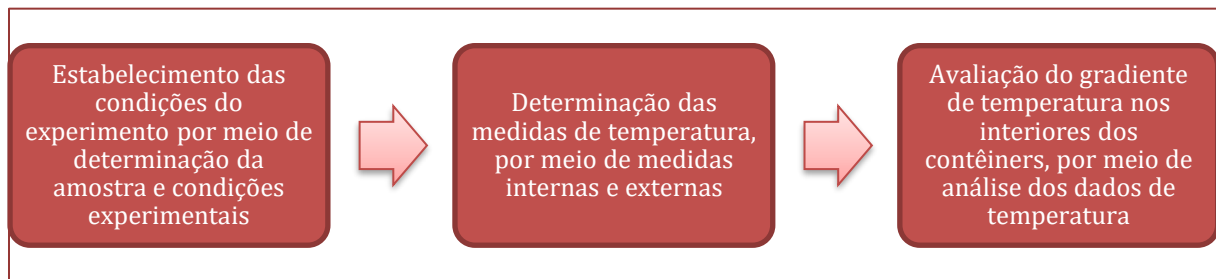
Para Gil (2012), a pesquisa experimental consiste na definição de um objeto de estudo, identificação de fatores possíveis de influenciá-lo e constatação de formas de controle.

A partir disto, fez-se necessário mostrar as possibilidades de construções de contêineres para uso comercial, o material de fabricação de contêiner e apresentar fatores que comprovem a importância do conforto térmico e materiais usados para o isolamento térmico.

Comprovando-se que essas edificações além de estarem aliadas à sustentabilidade do meio ambiente, também podem apresentar favoráveis índices de desempenho térmico.

Foi necessário buscar hipóteses avaliando as causas e os efeitos, testando as condições de cada tipo de isolamento, avaliando-as e comparando-as dentro de um só contexto. Sendo assim, foram seguidas as etapas:

Figura 6



Fonte: Autoria própria (2021)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. RESULTADOS DA ETAPA 1

A pesquisa experimental foi realizada dia 01/12/2021 às 14h30 com a temperatura máxima em Manaus-AM de 30° no pátio da NDC SOLUÇÕES – contêineres e isolamento termoacústico Manaus (AM), localizado na R. Conde de Tocantins, 08 – Cidade Nova, Manaus – AM, 69058-420.

Foi realizado em uma área aberta, onde os dois contêineres utilizados se localizavam em paralelo, ambos com a ausência de ar-condicionado e pintados na cor branca, a qual reduz a absorção de calor em 20%. Para realizar o experimento foi utilizado um termômetro laser digital infravermelho GM – 400.

Figura 7. Área no local do experimento



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 8. Termômetro utilizado



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9. Área do experimento



Fonte: Autoria própria (2021)

#### 4.2. RESULTADOS DA ETAPA 2

Utilizando o termômetro GM-400 foram obtidas as temperaturas internas e externas, no contêiner número 1 (sem isolamento térmico) mediu a temperatura de  $48.8^{\circ}$  nas paredes externas, já na parede interna mediu  $41.6^{\circ}$ .

No contêiner número 2 (com isolamento térmico) mediu a temperatura de  $48.8^{\circ}$  nas paredes externas e  $37.1^{\circ}$  nas paredes internas, sem intervenção ar-condicionado. As Figuras 10, 11, 12 e 13 mostram aferição de temperatura das paredes internas e Figuras 14 e 15 nas paredes externas.

Figura 10. Medição de temperatura



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 11. Medição de temperatura



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 12. Medição de temperatura



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13. Medição de temperatura



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14. Medição de temperatura



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 15. Medição de temperatura



Fonte: Autoria própria (2021)

### 4.3. RESULTADOS DA ETAPA 3

Foram analisadas as duas medidas obtidas através do experimento. Obteve-se o resultado da redução de temperatura que o contêiner teve utilizando os isolamentos térmicos.

No contêiner sem isolamento térmico obtivemos a temperatura interna de  $41,6^{\circ}$  e no contêiner com isolamento térmico obtivemos  $37,1^{\circ}$ , foi obtido uma redução de temperatura de  $4,5^{\circ}$ .

## 5. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização com contêineres para uso comercial vem tendo uma demanda muito grande pelo seu baixo custo benefício e também por ser um meio mais sustentável, trazendo assim menos prejuízo para o meio ambiente.

Para que as pessoas que trabalham nos contêineres se sintam mais confortáveis é necessária a aplicação de um isolamento térmico.

Neste artigo foi realizada uma pesquisa experimental com o tipo de isolamento térmico poliuretano, tendo em vista isso, conclui-se que este artigo alcançou todos seus objetivos gerais e específicos, através de uma pesquisa experimental, avaliando a variação de temperatura interna e externa nos contêineres, e analisando sua eficiência, indicando assim que o isolamento térmico com o PU (poliuretano) é eficiente.

Constatou-se também que os contêineres por serem uma obra limpa ajudam muito na sustentabilidade e na economia tanto com o menor consumo de água, como a diminuição de entulhos e areia.

## AGRADECIMENTOS

Obrigado a Deus por ter me dado saúde e foco para conseguir ter alcançado este meu objetivo. A faculdade FAMETRO por me proporcionar a conquista desse curso. A minha orientadora Luciane Ribas pelo suporte que tem me passado, correções e incentivos. A empresa NDC SOLUÇÕES por ter me dado todo apoio possível, aprendendo mais que o necessário para fazer o melhor neste artigo. A minha noiva por ter me ajudado e me acompanhado nessa caminhada. A minha família pelo amor e incentivo que sempre tem me dado, incondicionalmente. Aos meus amigos por estarem sempre ao meu lado, me motivando sempre e a todos que fizeram parte da minha formação direta ou indiretamente.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575: avaliação do desempenho térmico. Rio de Janeiro, 2013.
- [2] BUSTAMANTE, R. C. R. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Mecânica Espacial e Controle, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE – São José dos Campos/SP, 2000
- [3] CONSTRUCLIMA. Coeficiente de condutibilidade Térmica. Disponível em: Acesso em: 29 setembro 2021.
- [4] CAMARGO, Nicole R. Manual para reciclagem arquitetônica de containers. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba: Paraná, 2014.
- [5] GAY, D.; HOA, S. V. Composite materials: design and applications, second edition. [S.l.]: CRC Press, 2007. Google-Books-ID: OvrLBQAAQBAJ.
- [6] GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [7] KAPUNO, R. R. A.; RATHORE, M. M. Engineering heat transfer. 2nd. ed. Pg. 20. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning, 2011.
- [8] KERLINGER, F. N. Metodologia de pesquisa em ciências sociais. São Paulo: EPU, 1980, p. 94 – 119.
- [9] MUSSNICH, Luiza Barreto. Retrofit em containers marítimos para reuso na arquitetura e sua viabilidade. Instituto de Pós-Graduação e Graduação – IPOG, Curitiba, 2015.
- [10] NUNES, M. A.; JUNIOR, A. S. S. Utilização de Contêineres na Construção Civil: Estudos de casos.

Revista Campo do Saber. Vol 3 N.2, p. 129-151, jul/dez de 2017.

[11] Occhi, Tailene; Almeida, Caliane Christie Oliveira. Uso de containers na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS. Revista de Arquitetura IMED, 5(1): 16-27, jan./jun. 2016 - ISSN 2318-1109

[12] PREIGAUKAS, E. Climate responsive building design principles in the South Australia. Disponível em: . Acesso em: 14 de novembro 2021

[13] TEIXEIRA, Aldely Ângelo Almeida. Avaliação do conforto térmico em containers metálicos utilizados como alojamento em canteiro de obras. 2014. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.



[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

@editorapoisson



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

