

LEANDRO GOME DOMINGOS
MOISES DE ARAÚJO SANTOS JACINTO
ORGANIZADORES



Anais do I CONGEC - CCBL

Congresso de Engenharia Civil do
Centro de Ciências de Balsas

Os desafios de Balsas voltados
à Engenharia Civil



EDUFMA

**ANAIS DO I CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL DO CENTRO DE
CIÊNCIAS DE BALSAS – CONGEC - CCBL**



Universidade Federal do Maranhão

Reitor Prof. Dr. Natalino Salgado Filho
Vice Reitor Prof. Dr. Marcos Fábio Belo Matos



EDUFMA Editora da UFMA

Diretor Prof. Dr. Sanatiel de Jesus Pereira

Conselho Editorial Prof. Dr. Antônio Alexandre Isídio Cardoso
Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarçoni
Prof. Dr. André da Silva Freires
Prof. Dr. Márcio José Celeri
Profa. Dra. Diana Rocha da Silva
Profa. Dra. Gisélia Brito dos Santos
Prof. Dr. Edson Ferreira da Costa
Prof. Dr. Marcos Nicolau Santos da Silva
Prof. Dr. Carlos Delano Rodrigues
Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro
Profa. Dra. Maria Aurea Lira Feitosa
Prof. Dr. Flávio Luiz de Castro Freitas
Bibliotecária Dra. Suênia Oliveira Mendes
Prof. Dr. José Ribamar Ferreira Junior



Associação Brasileira de Editoras Universitárias

Leandro Gomes Domingos
Moises de Araújo Santos Jacinto
(Organizadores)

**ANAIS DO I CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL DO CENTRO DE CIÊNCIAS
DE BALSAS – CONGEC - CCBL**

São Luís



EDUFMA

2023

Copyright © 2023 by EDUFMA

Projeto gráfico, diagramação e capa

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos

Revisão

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos

Prof. Me. Moises de Araújo Santos Jacinto

Ilustração

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos

Dados Internacionais de Catalogação e Publicação (CIP)

Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas (1.: 2023: Balsas-
MA)

Anais do I Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas –
CONGEC- CCBL [Recursos eletrônico]. / Organização: Leandro Gomes Domingos,
Moises de Araújo Santos Jacinto. – São Luís: EDUFMA, 2023.

291 p.: il.

ISBN: 978-65-5363-264-6

1. Engenharia – Congresso- Balsas - MA. 2. Engenharia- Engenharia Civil. 3.
Engenharia – Engenharia de Transportes. 4. Engenharia – Construção Civil. I.
Domingos, Leandro Gomes. II. Jacinto, Moises de. III. Título.

CDD 624

CDU 624 (812.1)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Neli Pereira Lima CRB 13 / 600

PRODUZIDO NO BRASIL [2023]

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida,
armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou
por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro,
sem permissão da Editora.

EDUFMA|EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Av. dos Portugueses 1966 |Vila Bacanga CEP: 65080-805 |São Luís|MA|

Brasil Telefone: (98) 3727-8157.

www.edufma.ufma.br|edufma.sce@ufma.br

**ANAIS I CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL DO CENTRO DE CIÊNCIAS DE
BALSAS – CONGEC - CCBL**

COORDENAÇÃO GERAL

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos (UFMA)

COMISSÃO ORGANIZADORA

André Santos Nascimento (UFMA)

Profa. Dra. Carla Carolina Alves Carvalho (UFMA)

Fábio Sousa Garcia (UFMA)

Itaelma Gomes dos Santos (UMFA)

Juliana Ferreira Costa (UFMA)

Reven Dalton Bartolino Azevedo (UFMA)

Lara Stefany de Oliveira Cruz (UFMA)

Larissa Evangelista Euzébio (UFMA)

Prof. Me. Moises de Araújo Santos Jacinto (UFMA)

Roney da Silva Gomes (UFMA)

Thais Maria Morais Pontes (UFMA)

Wesley Fonseca Ferreira (UFMA)

Prof. Esp. Willame Braga Lima (UFMA)

COMISSÃO CIENTÍFICA

Profa. Ma. Amanda Paiva Farias (UFMA)

Profa. Dra. Carla Carolina Alves Carvalho (UFMA)

Prof. Dr. Cláudio Luis Araújo Neto (UFMA)

Prof. Dr. Jonatas da Silva Castro (UFMA)

Profa. Dra. Juliana Bezerra Martins (UFMA)

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos (UFMA)

Ma. Mariana de Sousa Prazeres (UESP)

Ma. Myrela Vieira Araújo (IFMA)

Me. Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque (UFPA)

Ma. Thainá Maria da Costa Oliveira (UFPA)

AGRADECIMENTOS

O I Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas (CONGEC - CCBL) surgiu da retomada do curso de Engenharia Civil na promoção de eventos. A comissão organizadora, formada pelos docentes Dra. Carla Caroline Alves Carvalho, Me. Leandro Gomes Domingos, Me. Moises de Araújo Santos Jacinto e Esp. Willame Braga Lima, e discentes André Santos Nascimento, Fábio Sousa Garcia, Itaelma Gomes dos Santos, Juliana Ferreira da Costa, Keven Dalton Bartolino Azevedo, Lara Stefany de Oliveira Cruz, Larissa Evangelista Euzébio, Thais Maria Moraes Pontes, Roney da Silva Gomes e Wesley Fonseca Ferreira, se reuniram no início do ano para determinar a programação do evento. A ideia principal colocada foi em apresentar aos participantes duas vertentes que por vezes andam em caminhos distintos: a parte acadêmica e a parte profissional da Engenharia Civil. A parte acadêmica envolve todas as atividades voltadas no envio e publicação dos artigos, além da visita técnica, do minicurso e da primeira competição de pontes de palitos de picolé. A parte profissional está relacionada as palestras e mesas redondas com profissionais da área.

O fruto final das atividades que envolveram os artigos é esta publicação, que reúne todos os trabalhos enviados. Foram 16 (dezesesseis) artigos dos quais cinco foram escolhidos para apresentação e defesa oral para uma banca. Dentre esses cinco, três foram premiados como sendo os melhores artigos do congresso – os três primeiros artigos destes anais. A temática dos trabalhos enviados em sua maioria foi voltada para Balsas e são frutos de ações desenvolvidas ao longo de disciplinas do curso. Agradecimento especial aos revisores das submissões, Mariana de Sousa Prazeres, Myrela Vieira Araújo, Paulo Rafael Nunes e Silva Albuquerque e Thainá Maria da Costa Oliveira, que foram responsáveis pela análise inicial de todos os trabalhos, indicando os cinco melhores trabalhos; aos docentes da engenharia ambiental, Ma. Amanda Paiva Farias, Dr. Jonatas da Silva Castro e Dra. Juliana Bezerra Martins, que analisaram as apresentações em pôsteres; e, aos três professores, Dra. Carla Caroline Alves Carvalho, Dr. Cláudio Luis Araújo Neto e Me. Leandro Gomes Domingos, que foram responsáveis pela análise final dos artigos defendidos.

Por fim, agradecimento final aos patrocinadores do evento: CAP Engenharia, Construtora Klöckner, Construeng, Construmix, Luxor Defensivos Agrícolas, Conell, Alesio Reis, Francisco Cunha, BEMI Construções, Gláucia Sulzbach e Adones Araújo.

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos
Coordenador do Curso de Engenharia Civil (CCEC)
Centro de Ciências de Balsas (CCBL)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

SUMÁRIO

UTILIZAÇÃO DA ARQUITETURA DE DETECÇÃO DE OBJETOS YOLOV4 NA IDENTIFICAÇÃO DE PANEIS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS..... 9

Átila Marconcine de Souza

João Victor da Silva Soares

Alcineide Dutra Pessoa de Sousa

Gean Carlos Lopes de Sousa

Lucas Manoel da Silva

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE SINALIZAÇÃO VERTICAL NA PRAÇA JOCA REGO NA CIDADE DE BALSAS/MA 30

Lara Stéfany de Oliveira Cruz

André Santos Nascimento

Moises de Araújo Santos Jacinto

ANÁLISE DO ITINERÁRIO DO MICRO-ONIBUS QUE REALIZA O TRANSPORTE DOS UNIVERSITÁRIOS À UFMA CAMPUS BALSAS.....45

Olívia Juliana Dias de Andrade Lima

Moises de Araújo Santos Jacinto

ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS ESCAVADAS EMUM PROJETO NA CIDADE DE TASSO FRAGOSO-MA.....68

Ana Tereza Teixeira dos Santos

Moisés de Araújo Santos Jacinto

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO QUE SOFREU RECALQUE DIFERENCIAL: ESTUDO DE CASO89

Thais Maria Morais Pontes

Luana Lourenço de Araújo

Moisés de Araújo Santos Jacinto

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM EDIFICAÇÃO HOSPITALAR EM SÃO LUÍS- MA.....106

Lara Lorranny de Araujo e Silva

Ana Claudia dos Passos Mendonça Muniz

CONDIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE TRECHO DA BR-135 NO ESTADO DO MARANHÃO..... 126

Lara Stéfany de Oliveira Cruz

André Santos Nascimento

Thais Maria Morais Pontes

Emylly Morais Martins

Leandro Gomes Domingos

(IN) ACESSIBILIDADE DE CALÇADAS EM VIAS CENTRAIS NO MUNICÍPIO DE BALSAS / MA 139

Raimunda Coelho da Silva

Olívia Juliana Dias de Andrade Lima

Moises de Araújo Santos Jacinto

A TECNOLOGIA BIM E SUA IMPORTÂNCIA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL	161
Juliana Ferreira Costa	
Willame Braga Lima	
AVALIAÇÃO DAS SINALIZAÇÕES VERTICAIS NA CIDADE DE BALSAS-MA: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA ANTÔNIO LEITÃO	177
Wesley Fonseca Pereira	
Larissa Evangelista Euzébio	
Moisés de Araújo Santos Jacinto	
PERCEPÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DA ÉTICA EM UMA UNIVERSIDADE DOSUL DO MARANHÃO: UM ESTUDO DE CASO	196
Ana Tereza Teixeira dos Santos	
André Santos Nascimento	
Moisés de Araújo Santos Jacinto	
ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE DE CARGA ATRAVÉS DOS MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS DE AOKI-VELLOSO, DÉCOURT-QUARESMA E TEIXEIRA	210
André Santos Nascimento	
Ana Tereza Teixeira dos Santos	
Moisés de Araújo Santos Jacinto	
ÉTICA APLICADA À ENGENHARIA CIVIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA SOBRE OS PRINCÍPIOS ÉTICOS PARA ENGENHEIROS CIVIS NO BRASIL	226
Wesley Fonseca Pereira	
Larissa Evangelista Euzébio	
Moisés de Araújo Santos Jacinto	
O CASO DOS BAIROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO EM MACEIÓ/AL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	245
André Santos Nascimento	
Lara Stefany de Oliveira Cruz	
Moisés de Araújo Santos Jacinto	
ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA E PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM NA OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NA CIDADE DE BALSAS/MA (BR-230)	261
Thais Maria Morais Pontes	
Luana Lourenço de Araújo	
Moisés de Araújo Santos Jacinto	
UM ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE CICLOFAIXAS NA CIDADE DE BALSAS-MA	280
Itaelma Gomes dos Santos	
Thiago de Sousa Batista	
Moises de Araújo Santos Jacinto	



UTILIZAÇÃO DA ARQUITETURA DE DETECÇÃO DE OBJETOS YOLOV4 NA IDENTIFICAÇÃO DE PANEAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Átila Marconcine de Souza¹
João Victor da Silva Soares²
Alcineide Dutra Pessoa de Sousa³
Gean Carlos Lopes de Sousa⁴
Lucas Manoel da Silva⁵

RESUMO

Uma das funções dos pavimentos asfálticos é a de proporcionar ao usuário conforto e segunda ao utilizar o modal rodoviário. Porém, isso não acontece devido a presença da manifestação patológica do tipo panela, conhecida popularmente como buraco. Esse tipo de defeito ocasiona uma variedade de problemas, tornando assim a sua detecção um componente crítico da manutenção e reabilitação dos pavimentos asfálticos. Entretanto, atualmente os procedimentos para detecção de defeitos normatizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) são realizados de forma manual, tornando assim o processo de detecções de buracos demorado, trabalhoso, perigoso e propenso a erros. Nesse contexto, o presente trabalho visa treinar uma Rede Neural Convolutiva (RNC) que realize a detecção de panelas em pavimentos asfálticos. Para esse fim, foi utilizado a arquitetura de detecção de objetos YOLOv4 em conjunto com o framework Darknet implementado no ambiente de execução Google Colab. Também se contou com o auxílio de uma câmera GoPro Hero 7, acoplada no capô de um veículo, para a realização de filmagens em estradas da Região Tocantina do Maranhão. Logo depois, foram retirados os frames que continham o defeito estudado dos vídeos gravados e, posteriormente, inseridos no software de anotação LabelImg para serem rotulados. Em seguida, foram confeccionados dois bancos de dados (DB1 e DB2), que foram treinados sob os mesmos parâmetros durante 6.000 épocas. Os resultados de treinamento foram satisfatórios para os dois bancos de dados, porém notou-se uma superioridade do DB2 devido a maior quantidade de imagens, tendo obtido os maiores valores de precisão, recall, f1-score, IoU e mAP de 0,90, 0,89, 0,88, 71,15% e 91,68%, respectivamente. Com resultados satisfatórios, notou-se que é possível treinar uma RNC para detecção de panelas em pavimentos asfálticos, sendo possível melhorar os resultados através da utilização de outras

¹ Engenharia Civil, UEMASUL, atilasouza.20180040322@uemasul.edu.br

² Engenharia Civil, UEMASUL, joaosoares.20180040126@uemasul.edu.br

³ Doutora em Engenharia Civil, UFPA, alcineidedutra@hotmail.com

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica, UFMA, gean.sousa@ufma.br

⁵ Mestre em Engenharia de Barragens e Meio Ambiente, UEMASUL, lucas.silva@uemasul.edu.br



arquiteturas de detecção de objetos e técnicas de expansão de banco de dados, como o *data augmentation*. Ressalta - se também que existe a possibilidade treinar a mesma RNC para detectar outros defeitos que ocorrem nos pavimentos asfálticos. **Palavras-chave:** Painelas. Pavimentos. Rede Neural Convolutacional. Visão Computacional. YOLOv4.

ABSTRACT

One of the functions of asphalt pavements is to provide the user comfort and safety when using road transport. However, this does not happen due to potholes presence. This type of defect causes several problems, thus making its detection a critical component of asphalt pavement maintenance and rehabilitation. Nevertheless, currently the procedures for detecting defects standardized by the Brazilian National Department of Transport Infrastructure are performed manually, thus making the process of detecting potholes time-consuming, laborious, dangerous, and prone to errors. In this context, the present work aims to train a Convolutional Neural Network (CNN) that performs the detection of potholes on asphalt pavements. For this purpose, the YOLOv4 object detection architecture was used with the Darknet framework implemented in the Google Colab runtime. A GoPro Hero 7 camera, attached in a car hood, was also used for filming roads in the Tocantina Region of Maranhão State. Soon after, the frames containing the studied defect were removed from the recorded videos and later inserted into the LabelImg annotation software to be labeled. Then, two databases (DB1 and DB2) were created, which were trained under the same parameters for 6,000 epochs. The training results were satisfactory for both databases, but DB2 was superior due to the greater number of images, having obtained the highest values of precision, recall, f1-score, IoU and mAP of 0.90, 0.89, 0.88, 71.15% and 91.68%, respectively. With satisfactory results, it was noted that it is possible to train a CNN to detect potholes on asphalt pavements, being possible to improve the results using other object detection architectures and database expansion techniques, such as data augmentation. It should also be noted that there is the possibility of training the same RNC to detect other defects that occur in asphalt pavements.

Keywords: Potholes. Pavements. Convolutional Neural Network. Computer Vision. YOLOv4.

INTRODUÇÃO

O modal rodoviário é um elemento chave para o desenvolvimento da economia, uma vez que as estradas são essenciais para o acesso ao trabalho,



educação, saúde e outros serviços (BUCKO et al., 2022). No Brasil, este modal é responsável pela movimentação de aproximadamente 65% de toda a carga e por 95% do total de passageiros transportados no país (CNT, 2022b). Dessa forma, é de suma importância que os pavimentos das estradas apresentem boas condições de serventia, visto que o seu objetivo, conforme Bernucci et al. (2010), é garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e condições climáticas, além de proporcionar aos usuários conforto ao rolamento e segurança.

Entretanto, os pavimentos não conseguem desempenhar suas funções devido a presença de defeitos em sua superfície. Um dos tipos mais comuns de manifestações patológicas das estradas são as panelas, popularmente conhecidas como buracos. Essa manifestação patológica é descrita por Gupta et al. (2020) como uma cavidade na superfície da estrada causada pela infiltração de água ou pelo desgaste devido ao tráfego de veículos.

No relatório de pontos críticos realizado pela Confederação Nacional de Transporte – CNT (2022a) foi analisada a quantidade de buracos grandes em todo o país entre os anos de 2012 e 2021. Verificou-se que o maior quantitativo desse defeito ocorreu na Região Nordeste, sendo o Maranhão o Estado com maior ocorrência, representando 34,94% dos buracos grandes do país no ano de 2019.

Esse tipo de manifestação patológica pode ocasionar diversos problemas, como, por exemplo, pneus furados, impactos na parte inferior do veículo, frenagens bruscas, além das colisões de veículos e demais acidentes graves (KIM; RYU, 2014). Nesse contexto, a detecção de buracos é um componente crítico da manutenção e da reabilitação do pavimento devido ao seu efeito negativo em sua na qualidade e na segurança do motorista (CHEN; YAO; GU, 2020).

No Brasil, hoje, o processo de inventariamento de panelas e outras manifestações patológicas é normatizado pelo Departamento Nacional de



Infraestrutura de Transportes (DNIT). Para o levantamento de defeitos são utilizadas planilhas para registro de ocorrências, material para demarcação de estacas e áreas de interesse, além de uma treliça metálica para determinação dos afundamentos das trilhas de roda (BERNUCCI *et al.*, 2010).

Entretanto, devido à disponibilidade de tecnologias de baixo custo, alta qualidade e de fácil utilização, a implementação da visão computacional para aplicações na engenharia civil aumentou de forma exponencial nas últimas décadas (KOCH *et al.*, 2015). O uso de tecnologias auxiliadas pela visão computacional na engenharia civil contribui principalmente para a realização de detecções, que gradualmente substituem as inspeções demoradas, trabalhosas, perigosas e propensas a erros realizadas por pessoas (PAN; ZHANG, 2021).

Atrela-se ao exposto que o presente trabalho visa a utilização da visão computacional para efetuar o treinamento de uma Rede Neural Convolutacional (RNC) que realize a detecção de painéis em pavimentos asfálticos. Para alcançar esse objetivo foi utilizado a arquitetura de detecção de objetos YOLOv4 em conjunto com o framework Darknet implementado no ambiente de execução Google Colab.

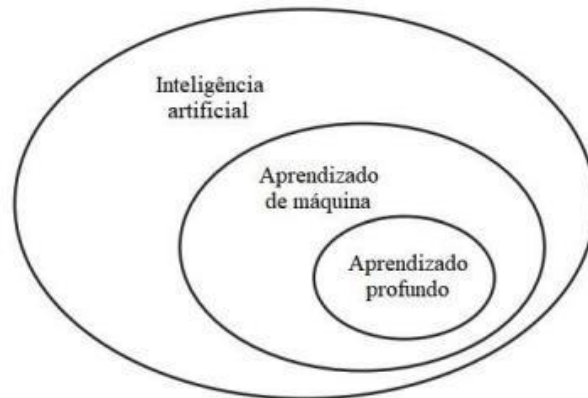
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A visão computacional é definida como a ciência que estuda e desenvolve tecnologias que permitem que as máquinas enxerguem e extraiam características do meio, através de imagens capturadas por diferentes tipos de sensores e dispositivos (BALLARD; BROWN, 1982 *apud* BARELLI, 2019). O avanço das técnicas de visão computacional ocorre devido a utilização de métodos do *deep learning* (aprendizado profundo) para processamento, análise e entendimento automático de dados em imagens e vídeos (PAN; ZHANG, 2021).



O *deep learning* é um ramo do *machine learning* (aprendizado de máquina), que se mostrou valioso para resolver problemas difíceis, como reconhecer objetos em imagens (TAYLOR, 2017). Já o aprendizado de máquina, por sua vez, é um subcampo da inteligência artificial, que estuda a capacidade de melhorar o desempenho com base na experiência (RUSSELL; NORVIG, 2021). Na Figura 01 é notável como o aprendizado profundo, o aprendizado de máquina e a inteligência artificial se relacionam.

Figura 01: Relação entre Inteligência artificial, aprendizado de máquina e aprendizado profundo.



Fonte: Adaptado de Chollet (2018).

Nos últimos anos, o rápido desenvolvimento de técnicas de *deep learning* promoveram demasiadamente o progresso da detecção de objetos (ZOU et al. 2023). A detecção de objetos é uma das tarefas da visão computacional, que consiste em localizar e identificar objetos em uma imagem (ZHOU et al. 2022). Existem diversos algoritmos utilizados para a detecção de objetos, dentre eles destaca-se o You Only Look Once (YOLO), desenvolvido inicialmente por Redmon et al. (2016). Esse detector utiliza uma Rede Neural Convolucional (RNC) chamada de Darknet, mesmo nome do *framework* utilizado para implementá-lo.

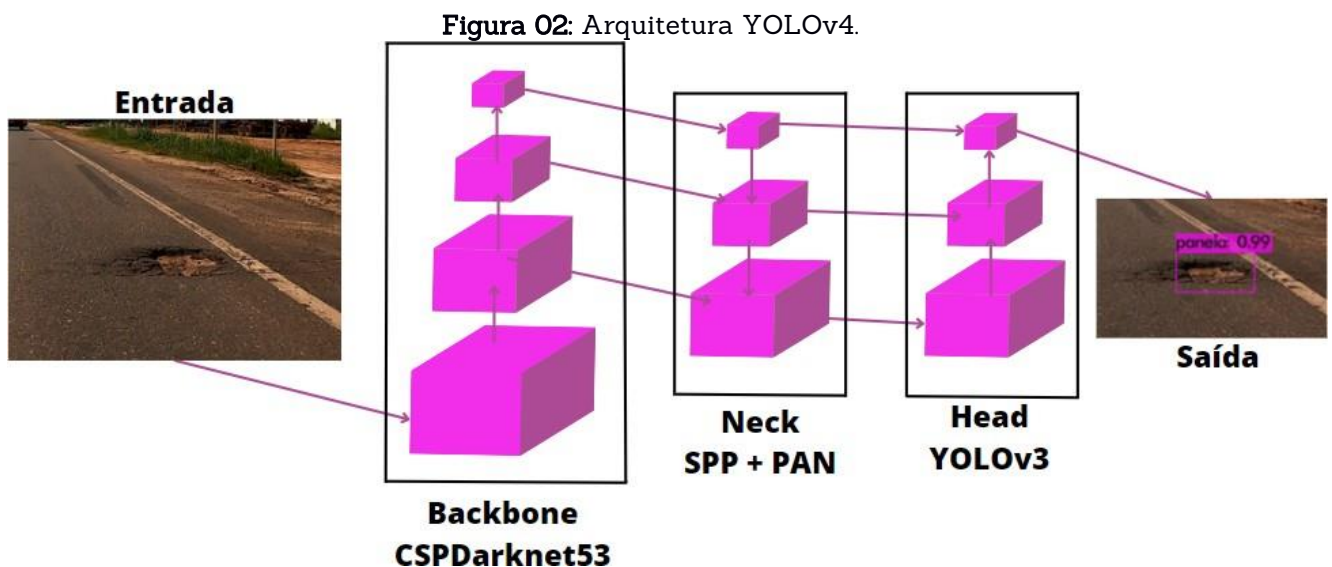
As RNCs consistem em uma arquitetura de *deep learning* inspirada no mecanismo de percepção visual natural dos seres vivos (GU et al., 2017). Esse tipo



de rede neural é semelhante a Rede Neural Artificial (RNA), com a única de diferença que as RNCs são utilizadas para reconhecimento de padrões em imagens (O'SHEA; NASH, 2015).

A versão do YOLO utilizada neste trabalho é a YOLOv4. A arquitetura desse modelo, conforme ilustrada na Figura 02, consiste em três partes: uma espinha dorsal (Backbone), composta pela RNC CSPDarknet53, um pescoço (Neck), composto pelas camadas SPP e PAN e uma cabeça (Head), composta pela arquitetura YOLOv3 (BOCHKOVSKIY; WANG; LIAO, 2020).

O *backbone* tem a função de extrair as características da imagem submetida, essas características são passadas para o *neck*, que realiza uma fusão das características extraídas do *backbone*, montando assim um mapa de características. Por fim, esse mapa é passado para a *head*, que prevê as classes e regiões das *bounding boxes*. (KATEB et al., 2021). Uma *bounding box*, ou caixa delimitadora, é um retângulo que envolve um objeto, e que especifica sua posição, classe (por exemplo: carro, pessoa) e confiabilidade (qual a probabilidade de estar naquele local) (SUBRAMANYAM, 2021).

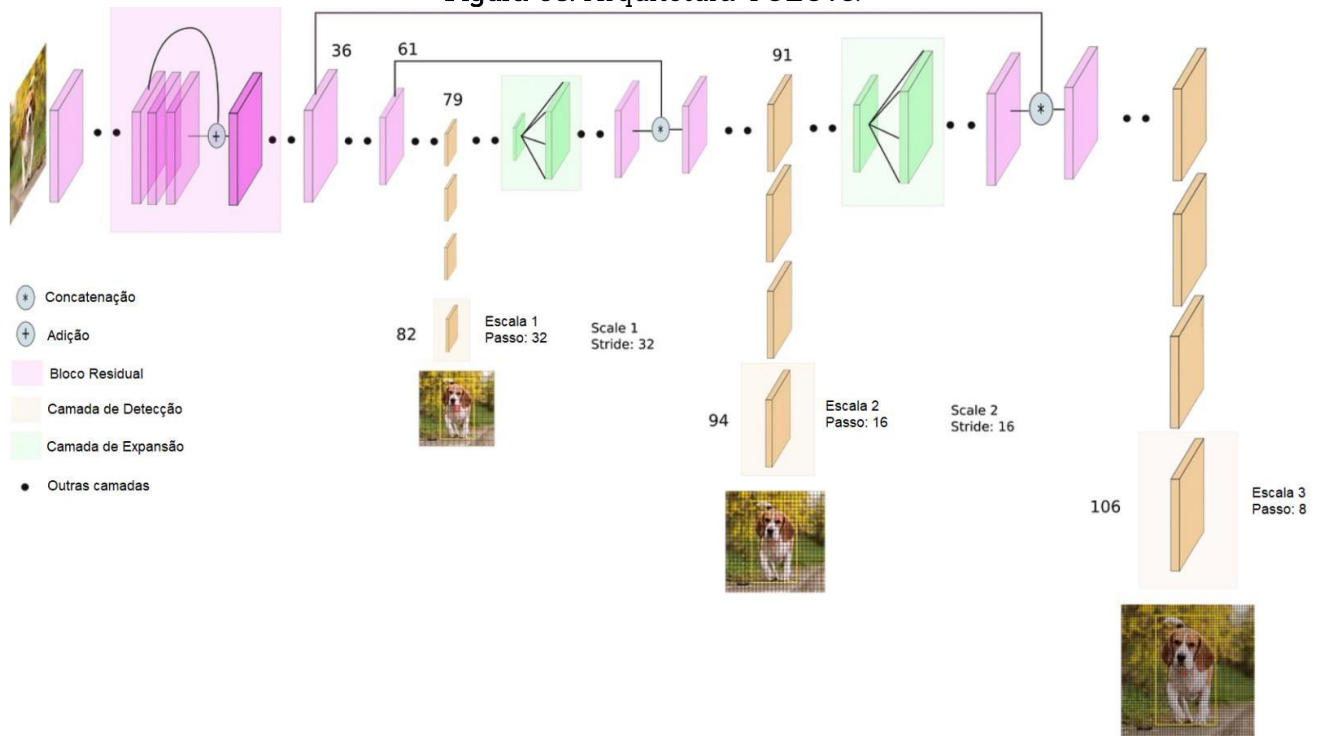


Fonte: Própria (2023).

A arquitetura YOLOv3 (Figura 03), localizada na *head* da YOLOv4, consiste

em uma RNC com 53 camadas convolucionais, com 3 escalas de detecção de *bounding boxes* (pequena, média e grande). Com esse método é possível obter informações significativas contidas nas imagens, possibilitando assim, por exemplo, a detecção precisa de objetos pequenos (REDMON; FARHADI, 2018).

Figura 03: Arquitetura YOLOv3.



Fonte: Adaptado de Kathuria (2018).

METODOLOGIA

Para execução deste trabalho, os métodos de pesquisa foram divididos em três etapas, conforme Figura 04. Onde a primeira etapa consistiu na aquisição de imagens, seguida pela montagem do banco de dados e por fim o treinamento da RNC.

Figura 04: Etapas da execução do trabalho.



Fonte: própria (2023).

AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

Antes de realizar a confecção do banco de dados foi necessário recolher diversas imagens de placas em pavimentos com revestimento asfáltico, para essa finalidade foram gravados 12 vídeos na Região Tocantina do Maranhão com o auxílio de uma câmera GoPro Hero 7 acoplada no capô de um veículo. A câmera pode ser visualizada na Figura 05 e seu posicionamento no veículo na Figura 06.

Figura 05: GoPro Hero 7 acoplada no capô de um veículo.



Fonte: Própria (2023).

Figura 06: Posicionamento da câmera no veículo.



Fonte: Própria (2023).

Após realizadas as filmagens, os frames que apresentavam a patologia estudada foram selecionados através do software reprodutor de vídeos VLC media player. Em seguida, esses frames foram inseridos na ferramenta de anotação LabelImg, para que dessa forma fosse realizado a montagem do banco de dados.

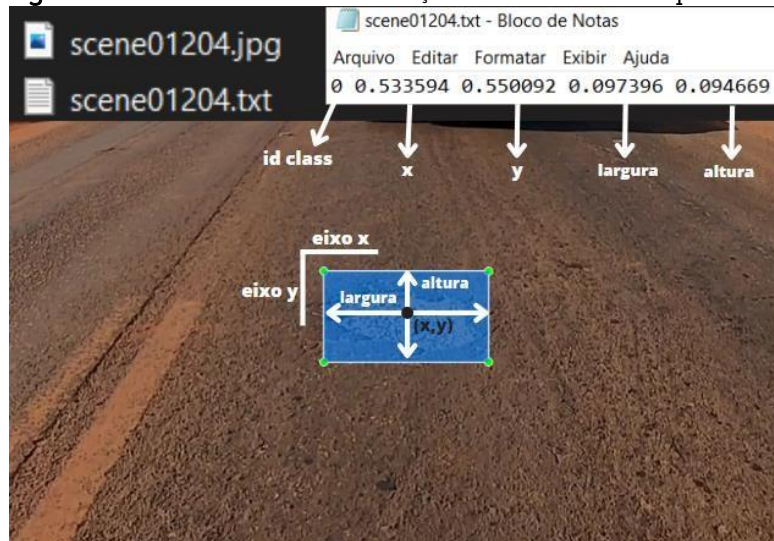
MONTAGEM DO BANCO DE DADOS



Com o software LabelImg é possível realizar a anotação manual de *bouding boxes* nas panelas presentes nas imagens. As *bouding boxes* anotadas manualmente através dessa ferramenta são chamadas de *ground-truth bounding boxes*.

As informações desse processo de anotação são armazenadas em um arquivo de bloco de notas, formato .txt. Esse arquivo contém 5 elementos, que são respectivamente, o ID da classe, as coordenadas centrais dos eixos X e Y, a largura e a altura. Ao final do processo irão existir dois arquivos com o mesmo nome, um arquivo de imagem com as panelas (em .jpg) e um arquivo de texto (.txt), com as informações das *ground-truth bounding boxes*. Essas informações podem ser visualizadas na Figura 07.

Figura 07: Detalhes das informações contidas no arquivo .txt.



Fonte: Própria (2023).

Esse processo de criação de *ground-truth bounding boxes* foi repetido para todos os frames de imagens que continham a manifestação patológica estudada, então, ao final foram obtidos dois bancos de dados, um com 1376 imagens, que será chamado de DB1 (DataBase1) e o outro com 2000 imagens, que será chamado de



DB2 (DataBase2). Os bancos de dados foram divididos em conjunto de treino (80% do total de imagens) e de teste (20% do total de imagens), conforme pode ser observado na Tabela 01.

Tabela 01: Divisão das imagens dos bancos de dados.

Banco de dados	Total de Imagens	Conjunto de treinamento	Conjunto de teste
DB1	1376	1100	276
DB2	2000	1600	400

Fonte: Própria (2023).

Salienta-se que diversas imagens dos bancos de dados continham mais de uma patologia do tipo panela, sendo necessária assim a confecção da Tabela 02, onde é possível observar a quantidade de painéis totais e por conjunto.

Tabela 02: Divisão das painéis dos bancos de dados.

Banco de dados	Total de painéis	Conjunto de treinamento	Conjunto de teste
DB1	2223	1842	381
DB2	3123	2592	531

Fonte: Própria (2023).

É relevante destacar que nos bancos de dados utilizados existem algumas imagens similares, isto ocorreu por causa das imagens utilizadas nos bancos de dados terem sido retiradas de frames de vídeos de um carro em movimento, esse fato pode influenciar nos resultados obtidos.

Destaca-se também que todas as filmagens foram realizadas no período matutino e vespertino, possibilitando uma melhor visualização, devido à clareza, das painéis presentes nos vídeos, algo que não aconteceria caso as gravações fossem efetuadas no período noturno.

TREINAMENTO DA RNC

Para a confecção da RNC foi utilizado o ambiente de execução Google Colaboratory, também conhecido como Colab. Através do Colab é possível utilizar



a arquitetura de detecção de objetos YOLOv4, que utiliza uma rede neural profunda chamada Darknet, mesmo nome do framework utilizado para implementá-la.

Os parâmetros utilizados para os dois bancos de dados foram os mesmos, largura e altura de 608, 3 canais, com *momentum* de 0.949, *decay* de 0.0005, *batch size* de 64, *subdivisions* também 64, taxa de aprendizagem de 0.0013 e 6000 épocas.

No início dos dois treinamentos foi utilizado o método de transferência de aprendizagem. Esse é um método utilizado para transferir conhecimento adquirido em uma tarefa para resolver outra; esse procedimento pode ajudar, por exemplo, a melhorar a precisão ou reduzir o tempo de treinamento (RIBANI; MAREGONI, 2019).

Para a RNC deste trabalho, a transferência de aprendizagem consistiu em importar a camada convolucional yolov4.conv.137. Nesta camada, a RNC já havia aprendido as informações mais básicas presentes em uma imagem, como por exemplo, bordas, linhas e cores, não sendo necessário assim ela aprender essas características padrões presentes em todas as imagens desde o início.

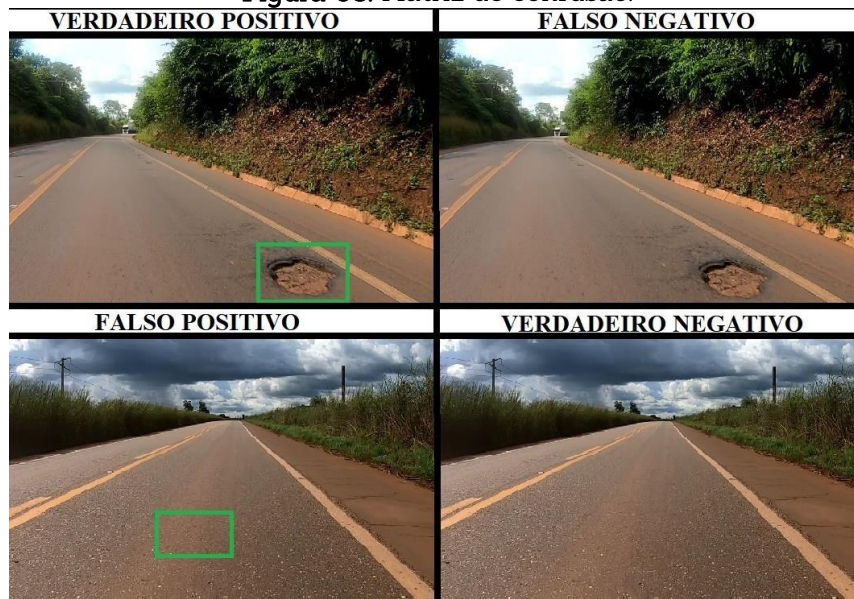
MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO

Após o treinamento, a RNC foi avaliada de acordo com as métricas: matriz de confusão, precisão, *recall*, *f1-score*, Intersection over Union (IoU) e *mean Average Precision* (mAP).

A matriz de confusão consiste em uma matriz 2x2 onde a diagonal principal indica os acertos, e a diagonal secundária os erros. Na Figura 08 é possível observar essa matriz aplicada na patologia estudada, onde, conforme Souza *et al.* (2023) o verdadeiro positivo (*True Positive* – TP) ocorre quando na imagem tem um buraco e a RNC previu corretamente que havia um buraco. O falso negativo (*False Negative* – FN) ocorre quando na imagem tem um buraco e a RNC previu incorretamente que

não há. O falso positivo (False Positive – FP) acontece quando na imagem não há nenhum buraco, mas a RNC identifica como se houvesse um. Já no verdadeiro negativo (True Negative – TN) a imagem não apresenta nenhum buraco e a RNC previu corretamente isso. Salienta-se que para a detecção de objetos o verdadeiro negativo não é levado em consideração.

Figura 08: Matriz de confusão.



Fonte: Souza et al. (2023).

A métricas de avaliação precisão (Equação 1), recall (Equação 2) e f1-score (Equação 3) são calculados a partir de elementos da matriz de confusão. Os valores dessas métricas são compreendidos entre 0 e 1 e quanto maior, mais a RNC identificou corretamente as panelas.

$$\text{Precisão} = \frac{TP}{TP + FP} \quad [1]$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad [2]$$

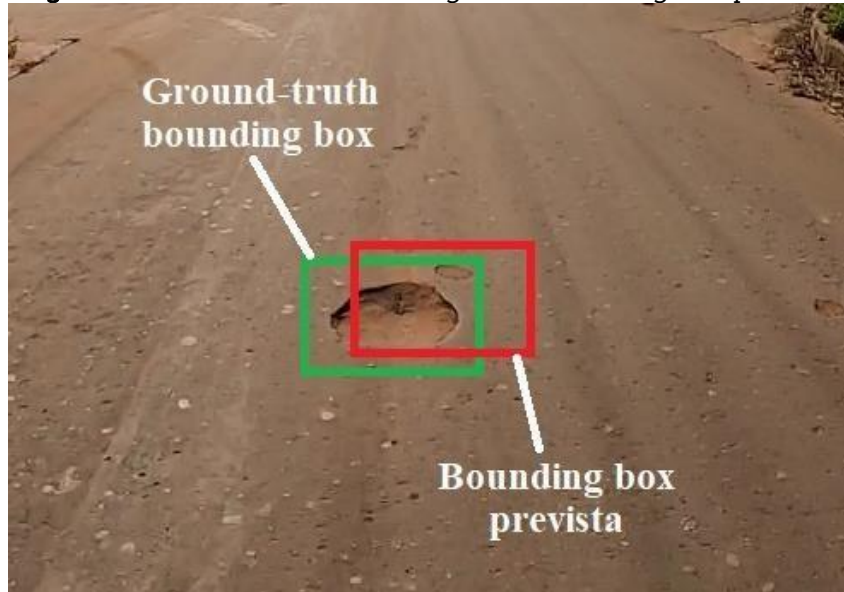
$$F1socre = 2x \frac{\text{Precisão} \times \text{Recall}}{\text{Precisão} + \text{Recall}} \quad [3]$$

Já o IoU (Equação 4) consiste na razão entre a área de sobreposição da *ground truth bounding box* (A) com a *bounding box* prevista (B) e a área de união delas.

$$IoU = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad [4]$$

Na Figura 09 é possível observar um exemplo dessas duas *bounding boxes* aplicadas em um buraco. A *ground-truth*, em verde, é a *bounding box* marcada manualmente durante a montagem da base de dados, conforme mencionado anteriormente, e a *bounding box* prevista, em vermelho, é a *bounding box* que foi prevista pela RNC após o seu treinamento.

Figura 09: *Ground-truth bounding box* e *bounding box* prevista.



Fonte: Própria (2023).

Por fim, o mAP é a média aritmética de classes da AP (*Average Precision*) para cada classe. Como no presente trabalho será utilizado somente uma classe, mAP e AP terão o mesmo valor. AP, por sua vez consiste na área da curva de precisão/recall.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utilizando a metodologia apresentada, foram obtidos diversos resultados para os dois treinamentos realizados. Visando facilitar a visualização, eles serão apresentados na Tabela 03.

Tabela 03: Resultados obtidos

Arquitetura	DB	Épocas	Precisão	Recall	F1-score	IoU (%)	mAP (%)
YOLOv4	DB1	1000	0,84	0,85	0,84	64,24	88,22
		2000	0,85	0,80	0,82	67,31	86,50
		3000	0,87	0,78	0,83	68,84	83,41
		4000	0,86	0,82	0,84	67,28	85,01
		5000	0,86	0,81	0,84	68,09	83,45
		6000	0,87	0,80	0,83	68,78	83,38
	DB2	1000	0,83	0,81	0,82	62,74	87,06
		2000	0,88	0,89	0,88	69,30	91,68
		3000	0,90	0,83	0,86	70,97	88,68
		4000	0,90	0,86	0,88	71,15	89,67
		5000	0,88	0,86	0,87	70,05	89,02
		6000	0,89	0,86	0,87	69,13	89,40

Fonte: Própria (2023).

Observando a Tabela 03, nota-se que ambos os bancos de dados obtiveram resultados satisfatórios, porém o DB2 teve um desempenho superior quando comparado ao DB1, em todas as métricas de avaliação, onde DB1 obteve as maiores precisões de 0,87 nas épocas 3000 e 6000, maior *recall* de 0,85 na época 1000, *f1-score* de 0,84 nas épocas 1000, 4000 e 5000, IoU de 68,84% na época 3000 e mAP de 86,50% na época 2000. Enquanto DB2 atingiu o valor de 0,9 de precisão nas épocas 3000 e 4000, *recall* de 0,89 na época 2000, *f1-score* de 0,88 nas épocas 2000 e 4000, IoU de 71,15% na época 4000 e mAP de 91,68% na época 2000. Essa superioridade de DB2 pode ser explicada pela quantidade maior de imagens no banco de dados.

Com a finalidade de observar a qualidade dos resultados obtidos, consultou-se na literatura alguns estudos recentes que utilizaram da arquitetura YOLOv4 para detecção de buracos em pavimentos asfálticos. Onde, verificou-se uma superioridade



nas métricas precisão, *recall*, *f1-score* e mAP nos trabalhos de Asad et al. (2022), que obtiveram 0,81, 0,83, 0,82 e 85,48%, respectivamente. Shaghouri; Alkhatib e Berjaoui (2021) que atingiram 0,85, 0,81, 0,83 e 85,39% para as mesmas métricas e Park; Tran e Lee (2021) que alcançaram 0,84, 0,74, 0,79 e 77,70%.

Entretanto, Ali e Sadeq (2022) obtiveram resultados superiores ao deste presente estudo nas métricas precisão, *recall* e *f1-score*, que foram, respectivamente, 0,95, 0,98 e 0,96. E apresentaram apenas um resultado inferior, que foi na métrica mAP, de 91,2%. Apesar de utilizarem a mesma arquitetura, esses autores confeccionaram um banco de dados mais robusto, contendo 5300 imagens, o que influenciou diretamente em seus resultados.

Na literatura, notou-se que apenas Chitale et al. (2020) utilizaram a métrica IoU, sendo o maior valor obtido por eles o de 74,1%, superior ao do presente trabalho. Apesar dos mesmos utilizarem um banco de dados menor (1300 imagens), essa superioridade pode ser explicada pelo fato da RNC ter sido treinado com imagens recolhidas através do Google Imagens, que são distintas entre si, enquanto nos bancos de dados do presente trabalho, conforme mencionado anteriormente, existem algumas imagens similares pelo fato delas terem sido recolhidas de frames de vídeos autorais de um veículo em movimento. Ressalta-se que Chitale et al. (2022) também obtiveram um mAP superior, de 93,30%

Visando facilitar a comparação dos valores do presente trabalho, com os obtidos pela literatura foi confeccionado a Tabela 04.

Ressalta-se que através da pesquisa bibliográfica também se notou bons resultados na utilização de outras arquiteturas de RNC. Asad et al. (2022), por exemplo, ao utilizarem a arquitetura YOLOv5 alcançou a precisão de 0,93, *recall* de 0,83, *f1-score* de 0,87 e mAP de 95,00%. Enquanto Park; Tran e Lee (2021) notaram um resultado melhor de mAP para a YOLOv4-tiny de 78,7%, aumentando 1% de



precisão em relação a YOLOv4.

Tabela 04: Comparação do presente trabalho com a literatura.

Contribuição	DB	Épocas	Precisão	Recall	F1-score	IoU (%)	mAP (%)
Chitale et al. (2020)	1300	6000	-	-	-	74,10	93,30
Shaghouri et al. (2021)	1037	5000	0,85	0,81	0,83	-	85,39
Park et al. (2021)	665	4000	0,84	0,74	0,79	-	77,70
Asad et al. (2022)	1330	20000	0,81	0,83	0,82	-	85,48
Ali e Sadeq (2022)	5300	6000	0,95	0,98	0,96	-	91,2
DB1 presente trabalho	1376	6000	0,87	0,85	0,84	68,84	88,22
DB2 presente trabalho	2000	6000	0,90	0,89	0,88	71,15	91,68

Fonte: Própria (2023).

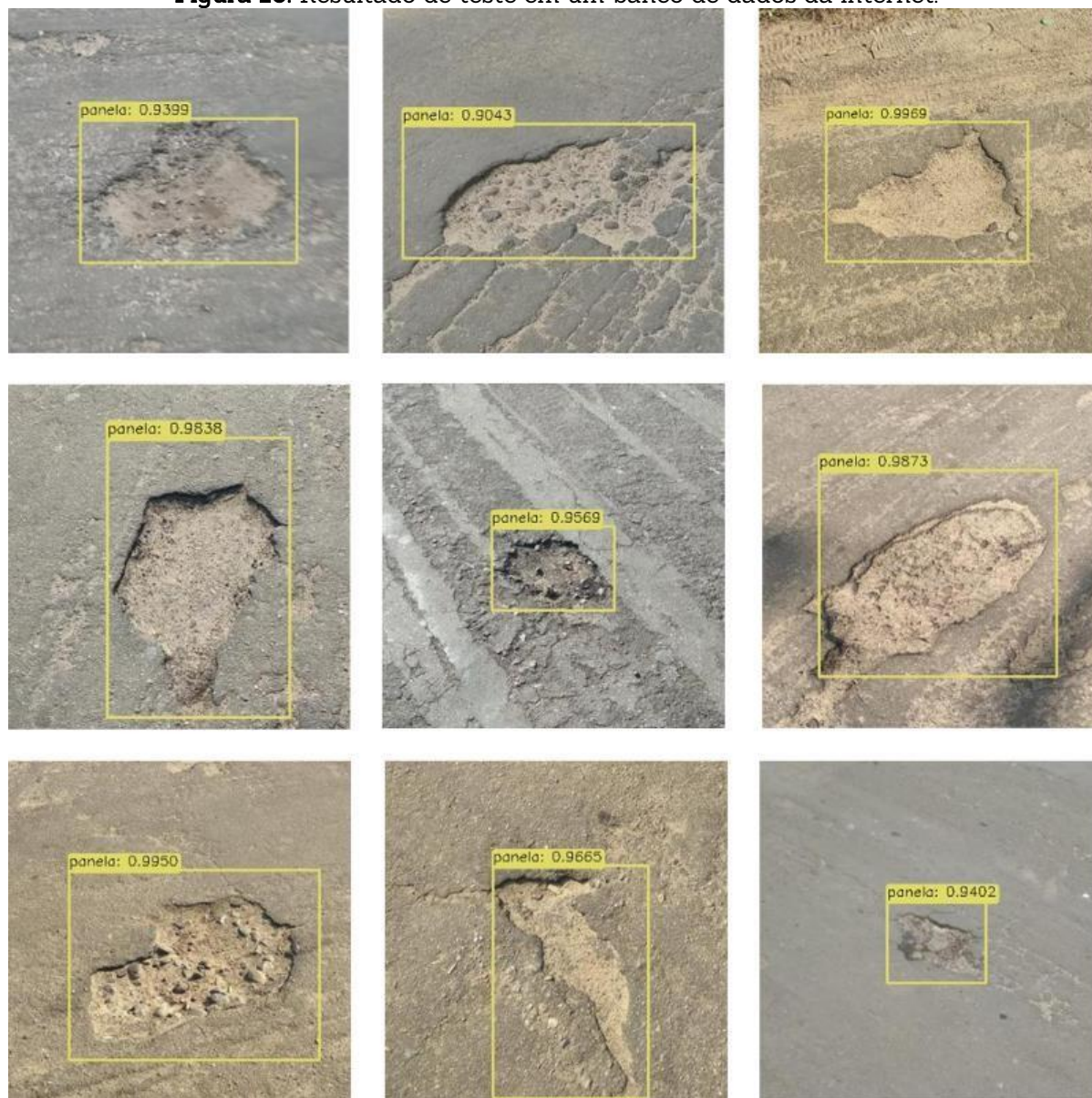
Já Silva et al. (2020), além da detecção de painéis, também treinaram a RNC para identificação de trincas, através da arquitetura YOLOv4-tiny e a técnica de expansão de banco de dados *data augmentation*, atingindo a precisão de 0,96 e mAP de 98,46% para painéis e 0,92 precisão e 90,89% de mAP para trincas. Hu et al. (2021) também obtiveram sucesso na detecção de trincas em pavimentos, obtendo uma precisão de 0,91, recall de 0,57, f1-score de 0,70 e mAP de 88,10% ao utilizar a arquitetura YOLOv5l.

Du et al. (2020) através da arquitetura YOLOv3 alcançaram os melhores resultados de treinamento ao utilizar um banco de dados com 30000 imagens aplicando a técnica *data augmentation* conseguiu treinar uma RNC para reconhecer 6 tipos de patologias, sendo elas trincas, trincas remendadas, trincas interligadas, trincas interligadas remendadas, painéis e remendos sob painéis, obtendo os AP respectivos de 74,00%, 80,08%, 63,1%, 69,4%, 60,02% e 75,3% e F1-score respectivos de 0,77, 0,84, 0,71, 0,69, 0,67 e 0,80.

Com a finalidade de observar o funcionamento da RNC foram submetidas algumas imagens aleatórias do banco de dados público disponível gratuitamente no site roboflow (<https://public.roboflow.com/object-detection/pothole>) na RNC com os melhores resultados, sendo utilizado a biblioteca OpenCV para tal objetivo.

Os resultados podem ser visualizados na Figura 10.

Figura 10: Resultado de teste em um banco de dados da internet.



Fonte: Própria (2023).

Através da Figura 10 nota-se uma boa confiabilidade nas detecções de panelas em um banco de dados nunca visto anteriormente pela RNC, não obtendo em nenhuma das imagens resultados com confiabilidade abaixo de 0.90.



CONCLUSÕES

Através da utilização da arquitetura de detecção de objetos YOLOv4, juntamente com o framework Darknet, confirmou-se que é possível realizar o treinamento de uma RNC para detectar o defeito do tipo panela em pavimentos asfálticos.

Foram notáveis bons resultados para os dois bancos de dados utilizados (DB1 e DB2). Entretanto, notou-se um desempenho melhor, em todas as métricas de avaliação, do DB2, com a precisão atingindo 0,9 nas épocas 3000 e 4000, o recall 0,89 na época 2000, o F1-score 0,88 nas épocas 2000 e 4000, o IoU 71,15% na época 4000 e o mAP 91,68% na época 2000. Esse resultado melhor para o DB2 ocorre devido à quantidade maior de imagens presentes nesse banco de dados.

Atrela-se ao exposto, que para trabalhos futuros almeja-se uma expansão do banco dados através da utilização do *data augmentation* em conjunto com outras versões da arquitetura YOLO, com a finalidade de obter resultados melhores, conforme notado através da pesquisa bibliográfica. Além disso, também se visa a inclusão de imagens de outras manifestações patológicas que ocorrem no revestimento asfáltico dos pavimentos, como as trincas e os remendos, uma vez que foi notado através da literatura que treinar a RNC com outros defeitos também é possível.

REFERÊNCIAS

ALI, Dana Mohammed; SADEQ, Haval A. Road pothole detection using unmanned aerial vehicle imagery and deep learning technique. **Zanco Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 34, n. 6, p. 107-115, 2022.

ASAD, Muhammad Haroon et al. Pothole detection using deep learning: a real-time and AI-on the-edge perspective. **Advances in Civil Engineering**, v. 2022, 2022.

BARELLI, Felipe. **Introdução a visão computacional: uma abordagem prática com Python e Opencv**. São Paulo: Casa do Código, 2019.



BERNUCCI, Liedi Légi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: ABEDA, 2010.

BOCHKOVSKIY, Alexey; WANG, Chien-Yao; LIAO, Hong-Yuan Mark. Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. **arXiv preprint arXiv:2004.10934**, 2020.

BUČKO, Boris *et al.* Computer vision based pothole detection under challenging conditions. **Sensors**, v. 22, n. 22, p. 8878, 2022.

CHEN, Hanshen; YAO, Minghai; GU, Qinlong. Pothole detection using locationaware convolutional neural networks. **International Journal of Machine Learning and Cybernetics**, v. 11, n. 4, p. 899-911, 2020.

CHITALE, Pranjali A. *et al.* Pothole detection and dimension estimation system using deep learning (YOLO) and image processing. In: **2020 35th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ)**. IEEE, p.1-6, 2020.

CHOLLET, François. **Deep learning with python**. Manning Publications, 2018.

CNT. **Os pontos críticos nas rodovias brasileiras**. Brasília: CNT, 2022a.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2022**. Brasília: CNT: SEST SENAT, 2022b.

DU, Yuchuan *et al.* Pavement distress detection and classification based on YOLO network. **International Journal of Pavement Engineering**, v. 22, n. 13, p. 1659-1672, 2021.

GU, Jiuxiang *et al.* Recent advances in convolutional neural networks. **Pattern recognition**, v. 77, p. 354-377, 2018.

GUPTA, Saksham *et al.* Detection and localization of potholes in thermal images using deep neural networks. **Multimedia tools and applications**, v. 79, n. 35, p.26265-26284, 2020.

HU, Guo X. *et al.* Pavement crack detection method based on deep learning models. **Wireless Communications and Mobile Computing**, v. 2021, p. 1-13, 2021.



KATEB, Faris A. *et al.* FruitDet: Attentive feature aggregation for real-time fruit detection in orchards. **Agronomy**, v. 11, n. 12, p. 2440, 2021.

KATHURIA, Ayoosh. **What's new in YOLO v3?**. Towards Data Science, 23 abr. 2018. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/yolo-v3-object-detection-53fb7d3bfe6b>. Acesso em: 20 abr. 2023.

KIM, Taehyeong; RYU, Seung-Ki. System and method for detecting potholes based on video data. **Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences**, v. 5, n. 9, p. 703-709, 2014.

KOCH, Christian *et al.* A review on computer vision based defect detection and condition assessment of concrete and asphalt civil infrastructure. **Advanced Engineering Informatics**, v. 29, n. 2, p. 196- 210, 2015.

O'SHEA, Keiron; NASH, Ryan. An introduction to convolutional neural networks. **arXiv preprint arXiv:1511.08458**, 2015.

PAN, Yue; ZHANG, Limao. Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. **Automation in Construction**, v. 122, p. 103517, 2021.

PARK, Sung-Sik; TRAN, Van-Thao; LEE, Dong-Eun. Application of various yolo models for computer vision-based real-time pothole detection. **Applied Sciences**, v. 11, n. 23, p. 11229, 2021.

REDMON, Joseph *et al.* You only look once: Unified, real-time object detection. In: **Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition**. p. 779-788. 2016.

REDMON, Joseph; FARHADI, Ali. Yolov3: An incremental improvement. **arXiv preprint arXiv:1804.02767**, 2018.

RIBANI, Ricardo; MARENGONI, Mauricio. A survey of transfer learning for convolutional neural networks. In: **2019 32nd SIBGRAP conference on graphics, patterns and images tutorials (SIBGRAP-T)**. IEEE, p. 47-57, 2019.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial intelligence a modern approach**. Pearson Education, 2021.



SILVA, Luís Augusto et al. An architectural multi-agent system for a pavement monitoring system with pothole recognition in UAV images. **Sensors**, v. 20, n. 21, p. 6205, 2020.

SHAGHOURI, Anas Al; ALKHATIB, Rami; BERJAOUI, Samir. Real-time pothole detection using deep learning. **arXiv preprint arXiv:2107.06356**, 2021.

SOUZA, Átila Marconcine de et al. Avaliação da condição de serventia de pavimentos urbanos utilizando redes neurais convolucionais. In: **Anais da Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL – V SAPIENS**. UEMASUL, 2023.

SUBRAMANYAM, Vineeth S. **Basics of bounding boxes**. Analytics Vidhya, 16 jan. 2021. Disponível em: <https://medium.com/analytics-vidhya/basics-of-bounding-boxes94e583b5e16c>. Acesso em: 03 abr. 2023.

TAYLOR, Michael. **Neural networks: a visual introduction for beginners**. Blue Windmill Media, 2017.

ZHOU, Shi et al. A Method to automatic create dataset for training object detection neural networks. **IEEE Access**, v. 10, p. 80505-80517, 2022.

ZOU, Zhengxia et al. Object detection in 20 years: A survey. **arXiv preprint arXiv:1905.05055**, 2023.



DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE SINALIZAÇÃO VERTICAL NA PRAÇA JOCA REGO NA CIDADE DE BALSAS/MA

Lara Stéfany de Oliveira Cruz¹
André Santos Nascimento²
Moises de Araujo Santos Jacinto³

RESUMO

A sinalização de trânsito é um fator que influencia diretamente seus usuários, diante disso, ela deve estar em boas condições. Com base neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo identificar e quantificar as condições das sinalizações verticais da Praça Joca Rego na cidade de Balsas – MA. Para obter os resultados foram feitas visitas em campo nas ruas que circundam a praça, com o intuito de fotografar as condições de sinalização encontradas no local. Diante dos resultados obtidos no estudo foi possível verificar que falta sinalização no local, além de que os sinais lá existentes estão precários e necessitando de manutenção, pois 30% da sinalização vertical encontra-se em péssimas condições.

Palavras-chave: Trânsito. Sinalização. Manutenção.

ABSTRACT

Traffic signage is a factor that directly influences its users, so it must be in good condition. Based on this context, the present work aims to identify and quantify the conditions of the vertical signs of Praça Joca Rego in the city of Balsas - MA. To obtain the results, field visits were made to the streets surrounding the square, in order to photograph the signaling conditions found in the place. In view of the results obtained in the study, it was possible to verify that there is a lack of signage in the place, in addition to the fact that the existing signs there are precarious and in need of maintenance, since 30% of the vertical signage is in poor condition.

Keywords: Traffic. Signaling. Maintenance.

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, lara.cruz@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, nascimento.andre@discente.ufma.br

³ Professor Mestre, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da Engenharia de Tráfego trata-se de conciliar o acelerado crescimento da população urbana com o planejamento e aprimoramento da infraestrutura das alternativas de locomoção, principalmente as vias. O Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada (IPEA, 2016) afirma que esse acelerado crescimento desordenado das cidades, e da intensa urbanização influenciam na mobilidade urbana e acabam aumentando o uso do transporte individual motorizado, isto implica também em falta de sinalizações, congestionamentos, acidentes de trânsito e outros fatores prejudiciais para a localidade.

Cidades com baixo nível de desenvolvimento urbano possuem um precário sistema viário, Schuster (2013) afirma que vias mal planejadas influenciam e aumentam os riscos de acidentes no trânsito, principalmente em pequenas cidades, isto ocorre, pois, o foco destas está em problemas de maior gravidade e pela escassez de recursos da prefeitura local. O custo monetário de acidentes de trânsito em rodovias no Brasil é em média R\$ 40 bilhões por ano, por outro lado, nas áreas urbanas custam cerca de R\$ 10 bilhões e quando há vítimas fatais envolvidas esses valores aumentam (IPEA, 2020).

A falta de sinalização nas vias também é um fator que acaba causando acidentes. Na Pesquisa CNT de Rodovias (CNT, 2021), 58,9% da extensão das rodovias avaliadas foram classificadas como ruins ou péssimas quanto aos problemas de sinalização, isso acaba influenciando diretamente na forma como os usuários se comportam, pois, segundo o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997), a sinalização de trânsito tem como objetivo passar a informação adequada aos condutores, garantindo segurança e eficiência no tráfego.

Além disso, a sinalização viária tem outros objetivos, como manter o condutor atento e comunicá-lo, por meio de linhas, símbolos, cores e placas, como ele deve se



portar dentro da via de tráfego de modo simples, eficiente e coerente. A sinalização deve ser exposta de maneira que o usuário possa vê-la e compreendê-la, além de respeitá-la dentro da legislação (MURAKAMI, 2017).

Diante disso, destaca-se a importância de uma sinalização que esteja corretamente alocada e projetada, sendo capaz de transmitir aos usuários as informações adequadas. Dentre os diversos dispositivos de sinalização viária, as sinalizações verticais são as que se destacam mais. A sinalização vertical é disposta por placas fixadas na posição vertical (CONTRAN, 2007a).

No estado do Maranhão, nas rodovias federais, 30,7% das sinalizações são classificadas como péssimas e apenas 2,9% são classificadas como boas de acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias (CNT, 2021). De acordo com a Polícia Rodoviária Federal (BRASIL, 2022), no município de Balsas, a localidade em que mais ocorrem acidentes de trânsito trata-se do perímetro da BR – 230, principalmente no quilômetro 402.

Deste modo, o presente estudo tem por objetivo identificar e quantificar a situação em que se encontram as sinalizações verticais dos arredores da Praça Joca Rego, na cidade de Balsas – MA, comparando as informações e dados coletados em campo com estudos sobre sinalizações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A sinalização vertical é caracterizada como um subsistema da sinalização viária, que, de acordo com Castilho (2009), utiliza de sinais apostos em placas fixadas na vertical, normalmente localizadas ao lado ou suspensas sobre a via, com o intuito de transmitir mensagens de condição permanente ou variável, sendo essas em forma de símbolos ou legendas de acordo com as leis pré-estabelecidas.

Por meio das placas, painéis e dispositivos auxiliares, a sinalização vertical



tem a finalidade de transmitir aos usuários a regulamentação das rodovias, as advertências de acordo com a localidade que possa comprometer a segurança do usuário, e as indicações e informações que levam o condutor até seu destino (MURAKAMI, 2017).

Com base nisso, a sinalização vertical é dividida em três tipos de sinais, os de regulamentação, de advertência e indicação. A sinalização de regulamentação é aquela que dá condições, proibições, restrições ou obrigações aos usuários no uso das vias, sejam elas urbanas ou rurais. A maioria desses sinais tem validade e podem estar vinculados à sinalização horizontal ou a outras informações. Tem como forma padrão, a circular, com as cores vermelho, preto e branco, representando respectivamente, a orla, legenda e fundo (CASTILHO, 2009).

A de advertência, de acordo com o CONTRAN (2007b) tem a função de alertar aos usuários da via as condições que possam ser perigosas, como obstáculos ou restrições e deve ser usada sempre que o perigo não seja evidente. Além disso, essa sinalização exige que o condutor reduza a velocidade do seu veículo, para que haja maior segurança no trânsito. Sua forma padrão é quadrada e na diagonal, e suas cores são amarelo e preto.

A sinalização vertical de indicação é a comunicação por meio de placas entre a via e o usuário. Ela tem como finalidade identificar as vias e os locais, e orientar os condutores e pedestres quanto aos percursos, acessos, destinos, atrativos turísticos e pode servir como uma forma de educar o usuário. Com base nisso, ela é dividida em placas de identificação, orientação de destino, educativas, serviços auxiliares, turísticas e de postos de fiscalização e cada uma dessas placas tem suas formas e cores de acordo com o que é sinalizado (CONTRAN, 2014).

Para Shoman *et al.* (2018), os *designs* dos sinais de trânsito são feitos com uma linguagem visual e simbólica para ser interpretada facilmente pelos

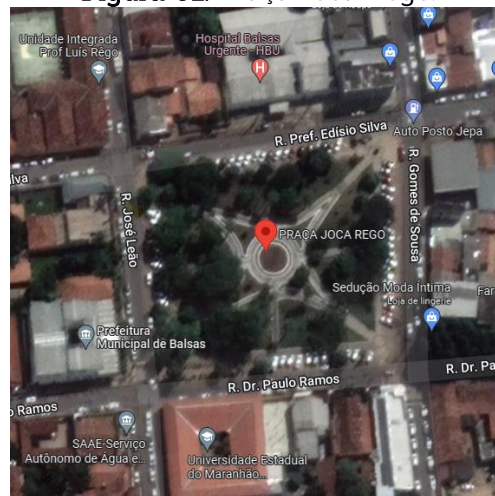


condutores, suas cores são escolhidas para que o motorista a detecte facilmente, e são localizados de forma definida em relação a pista de rolamento. Apesar disso, os sinais verticais apresentam um papel crítico no seu desempenho na segurança do trânsito e no comportamento do motorista, há evidências de que eles não são geralmente observados pelos usuários.

METODOLOGIA

A pesquisa possui caráter qualitativo de cunho exploratório por meio de um estudo de caso na Praça Joca Rego, no centro da cidade de Balsas. A praça foi construída por volta de 1980 próxima a Prefeitura Municipal, nos seus arredores encontra-se também a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) o Hospital Balsas Urgente (HBU), o Serviço Autônomo de Água Encanada (SAAE) e a Unidade Integrada Prof. Luis Rêgo como mostra a Figura 01.

Figura 01: Praça Joca Rego.



Fonte: Google Maps (2022).

Esse local foi escolhido pois há com uma grande demanda de veículos nas ruas próximas à praça, principalmente por conta dos polos geradores de tráfego como a Universidade, o Hospital e a Escola, dessa forma é necessário que a sinalização esteja dentro das normas e regulamentações.



A pesquisa foi feita através de três etapas. Na primeira etapa ocorreu a coleta de dados, realizada no mês de julho de 2022, com o intuito de verificar e analisar as sinalizações nas vias ligadas a praça. O levantamento foi feito a partir de relatório fotográfico, onde o equipamento utilizado para tirar as fotos das sinalizações foi um telefone celular.

Na segunda etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base nas legislações, literaturas e normas referentes a sinalização vertical, precisamente no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e a partir dessa pesquisa foi feita a terceira etapa, onde utilizou-se o software Microsoft Excel para quantificar de forma gráfica as condições da sinalização.

As sinalizações verticais foram classificadas quanto a sua condição de visibilidade entre: legível, razoável e ilegível. Sendo consideradas como boa, mediana ou péssima a respectivamente a partir da condição de visibilidade. Foi considerado o aspecto individual de cada rua nos limites e entornos da praça e posteriormente analisada de modo geral.

Foram analisadas as sinalizações da Rua Pref. Edísio Silva, onde fica o HBU, depois a Rua José Leão, onde fica a Prefeitura Municipal. Logo após foi analisada a Rua Dr. Paulo Ramos, onde fica localizada a Universidade Estadual do Maranhão, e pôr fim a Rua Gomes de Sousa. Em todos os casos foi realizado o levantamento fotográfico e análise qualitativa das sinalizações existentes ou que deveriam existir no local. Para o caso de inexistência, adotou-se a condição “péssima” para representação.

A partir do levantamento foi observada a atual situação em que se encontram as sinalizações existentes na praça e se elas estão em bom estado e as suas condições de existência e visibilidade aos condutores.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar as sinalizações verticais nos arredores da Praça Joca Rego foi possível observar que há deficiências, pois não há manutenção nas placas e em alguns lugares não há sua presença quando necessário.

Na rua Pref. Edísio Silva foi constatado que não há manutenção nas placas verticais que regulamentam aos condutores como se comportar na via, conforme a Figura 02.

Figura 02: Placa sem manutenção na Rua Pref. Edísio Silva.



Fonte: Própria (2022).

A placa R – 25c da Figura 02, além de estar sem manutenção, não está de acordo com a NBR 14981 (ABNT, 2012), pois é recomendável que as placas de sinalização sejam instaladas e montadas individualmente, sem a utilização de postes de energia para o seu apoio, deve-se usar postes distintos.

Foram encontradas placas de estacionamento para táxi em situações precárias, como mostra a Figura 03, além disso o local possuía apenas motocicletas estacionadas, ou seja, os condutores não estão respeitando as placas de regulamentação e conforme o CONTRAN (2007a), as placas de regulamentação têm o intuito de transmitir aos usuários as proibições e restrições.



Figura 03: Placa de regulamentação sem manutenção.

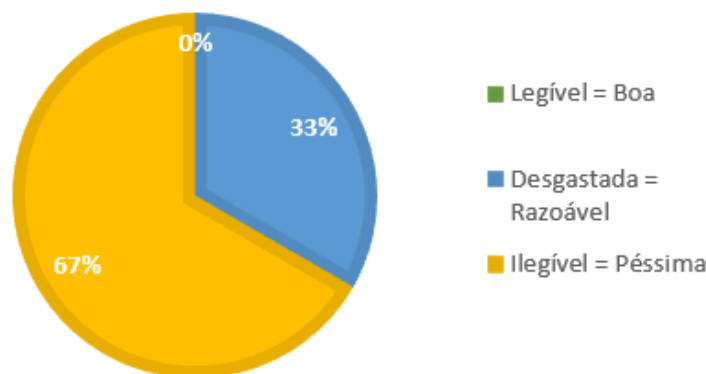


Fonte: Própria (2022).

Foi observado também que as placas não estão de acordo com a NBR 14891 (ABNT, 2012), pois estão apagadas, dificultando assim a visibilidade dos condutores que precisam estacionar no local, com base nisso o local precisa de manutenção para que haja uma facilidade entre a comunicação da sinalização com o usuário. Quanto a essas placas, a única saída possível seria substituí-las por outras que possuem a mesma descrição, porém em condições mais visíveis para os condutores.

Com isto, foi possível realizar a classificação quanto a visibilidade de cada via, apresentada na Figura 04, para a sinalização vertical.

Figura 04: Classificação em percentual de visibilidade da sinalização na rua Pref. Edísio Silva.



Fonte: Própria (2022).



Próximo ao SAAE na Rua José Leão há a presença sinalização vertical como a placa R - 25c, que indica que o veículo deve seguir em frente ou a esquerda, como é mostrado na Figura 05.

Figura 05: Placa R - 25 c na Rua José Leão.



Fonte: Própria (2022).

Na mesma rua foi possível observar que há a presença de placas de regulamentação quanto aos estacionamentos, como mostrado na Figura 06a e 06b, elas são chamadas de R - 6a e R - 6b e seu sinal indica proibido estacionar e estacionamento regulamentado, respectivamente

Figura 06: Placas de regulamentação na Rua José Leão.



Fonte: Própria (2022).

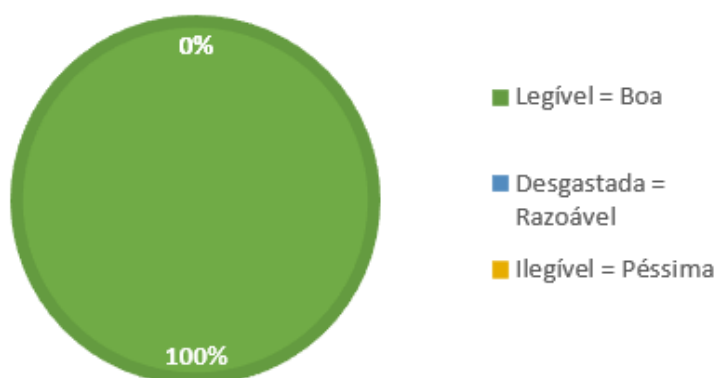


De acordo com o Manual Brasileiro de Trânsito Volume I (CONTRAN, 2007a), a placa R – 6a é recomendado sempre que o estacionamento do veículo for prejudicar a via, seja por segurança, fluidez ou visibilidade e pode ter incluso na placa informações complementares, como a categoria do veículo, o dia da semana que pode estacionar e o devido horário, bem como a permissão para carga e descarga, com base nisso a placa da Figura 06a está de acordo com as características exigidas no Manual.

Ainda de acordo com o CONTRAN (2007a), o sinal R – 6b regulamenta condições específica de estacionamentos de veículos, por meio de informações inseridas na placa como por exemplo, o tipo de veículo que pode estacionar naquele local como motocicletas, ônibus, bicicletas, entre outros. Logo a placa da Figura 06b está regulamentada de acordo com as especificações do referido Manual.

A classificação da rua José Leão, após a análise das sinalizações citadas está descrita na Figura 07.

Figura 07: Classificação em percentual de visibilidade da sinalização na rua José Leão.

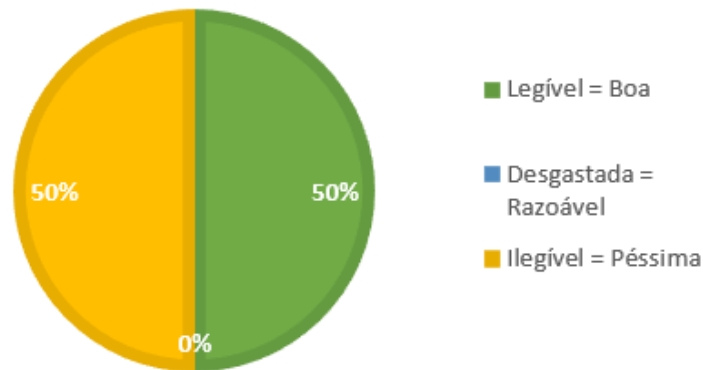


Fonte: Própria (2022).

Diferindo das demais ruas, na Rua Dr. Paulo Ramos foi notada a falta de sinalização de regulamentação da placa R – 25c, que deveria estar localizada no cruzamento com a rua Gomes de Sousa. O percentual indicado de visibilidade para as sinalizações presentes nesta via é descrito na Figura 08.



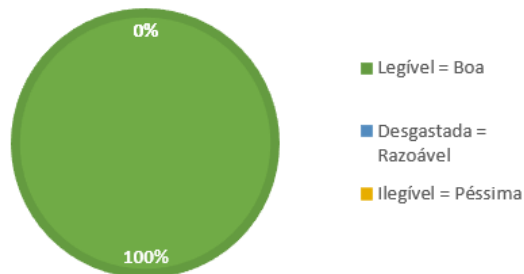
Figura 08: Classificação em percentual de visibilidade da sinalização na rua Dr. Paulo Ramos.



Fonte: Própria (2022).

Na Rua Gomes de Sousa possui deficiências quanto as sinalizações verticais, como falta de manutenção nas placas, porém está legível para os condutores. Por fim, assim como para as outras vias, a classificação quanto a visibilidade está indicada na Figura 09.

Figura 09: Classificação em percentual de visibilidade da sinalização na rua Gomes de Sousa.



Fonte: Própria (2022).

Diante das análises realizadas em campo, foi possível montar o Quadro 01, que relata de forma quantitativa como está a atual situação das sinalizações vertical e das ruas que circundam a praça, a partir da indicação quanto a manutenção e a qualidade dos sinais empregado nas ruas. O gráfico apresentado na Figura 10 representa em forma de porcentagem as condições previstas na tabela. Para os casos em que há a mesma quantidade de sinalizações em duas ou mais



classificações, foi expressa como ambas ou com a mediana entre as duas, por não haver classificação intermediária.

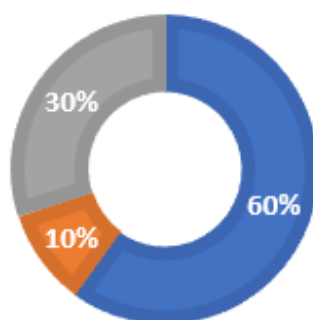
Quadro 01: Situação das sinalizações verticais na Praça Joca Rego.

Rua	Sinalização vertical	Situação
Pref. Edísio Silva	Péssima	Necessita de manutenção na sinalização vertical
José Leão	Boa	Necessita de manutenção na sinalização vertical
Dr. Paulo Ramos	Razoável	Aparentemente em boas condições
Gomes de Sousa	Boa	Necessita de manutenção na sinalização vertical

Fonte: Própria (2022).

Figura 10: Percentagem das sinalizações verticais na Praça Joca Rego.

■ Legível = Boa ■ Desgastada = Razoável ■ Ilegível = Péssima



Fonte: Própria (2022).

A partir do gráfico pode-se observar que as sinalizações verticais apresentam uma média satisfatória, pois 60% do que foi observado são classificadas como boas. No geral, as ruas necessitam de uma intervenção para que ocorra manutenção em suas sinalizações, garantindo segurança e eficiência para os seus usuários.

Diante dos dados obtidos e das literaturas abordadas, fica evidente que não ocorre manutenção periódica das sinalizações vertical, logo é necessário que haja empenho dos órgãos responsáveis para que os sinais sejam dispostos de forma



correta e visível, gerando assim um benefício para os condutores e pedestres das vias referidas, além de causar uma redução na ocorrência de acidentes promovidos pela falta de sinais.

CONCLUSÕES

Portanto, com base nos estudos bibliográficos sobre as leis e as normas que baseiam o sistema viário com relação as sinalizações verticais, é necessário que a cidade promova segurança, facilidade e conforto na locomoção dos usuários da via e para isso é essencial que haja uma infraestrutura viária em boas condições, garantindo assim segurança e funcionalidade no trânsito.

Logo, ao avaliar as condições de sinalização vertical da Praça Joca Rego, verifica-se que a sua atual situação possui irregularidades que tem potencial para provocar determinados conflitos que são capazes de prejudicar a operação e fluidez do trânsito presente no local, e também promover a ocorrência de acidentes.

Conclui-se que os principais problemas identificados são a falta de manutenção na sinalização vertical que indique aos condutores de forma visível como eles devem se comportar na via. Logo o estudo contribui para pesquisas sobre as sinalizações vertical e horizontal em cidades do interior do Maranhão e também pode ser usado como um estudo para prevenção de acidentes na cidade de Balsas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14891: Sinalização vertical viária**: Estabelece diretrizes para o uso de materiais no projeto e implantação de placas de sinalização vertical viária. Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. **Código Brasileiro de Trânsito. Lei Federal n. 9.503/1997**. Brasília, 1997.

BRASIL. **Policia Rodoviária Federal. Acidentes**. Disponível em:
<https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos->



[acidentes](#). Acesso em: 02 jun. 2022.

CASTILHO, F. B. **Sobre a conspicuidade, legibilidade e retrorrefletividade das placas de sinalização viária**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP, 2009.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias**. Brasília, 2021.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Vertical de Regulamentação**. Ministério das Cidades & Departamento Nacional de Trânsito (Eds), Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I (2° ed, p. 223). Brasília, 2007a.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Horizontal**. Ministério das Cidades & Departamento Nacional de Trânsito (Eds), Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV (1° ed, p. 131). Brasília, 2007b.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Vertical de Advertência**. Ministério das Cidades & Departamento Nacional de Trânsito (Eds), Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume II (1° ed, p. 218). Brasília, 2007c.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Vertical de Indicação**. Ministério das Cidades & Departamento Nacional de Trânsito (Eds), Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume III (1° ed, p. 344). Brasília, 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Texto para Discussão 2198**. Desafios da Mobilidade Urbana no Brasil. Brasília: Rio de Janeiro, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Texto para Discussão 2565**. Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil: Estimativa Simplificada com Base na Atualização das Pesquisas do IPEA sobre Custos de Acidentes nos Aglomerados Urbanos e Rodovias. Brasília: Rio de Janeiro, 2020.

MURAKAMI, A. M. Análise da implantação de tachas na sinalização de bordo em rodovias federais: O caso das rodovias BR – 010/TO, BR -153/TO e BR – 235/TO.



ICONGEC – CCBL

Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas
Os desafios de Balsas voltados à Engenharia Civil

De 26 a 28
Abril de 2023
Balsas - MA



Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Civil.
Brasília, DF, 2017.

SCHUSTER, F. P.; ROMÃO, M. N. P. V. **O uso adequado de rotatórias como agente redutor da acidentalidade no trânsito.** In: 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Brasília, DF, 2013.

SHOMAN, M. et al. **Looking behavior to vertical road signs on rural roads.** MOJ Civil Eng. 2018, v. 4, n°2, p. 75–79. DOI: 10.15406/mojce.2018.04.00100.



ANÁLISE DO ITINERÁRIO DO MICRO-ONIBUS QUE REALIZA O TRANSPORTE DOS UNIVERSITÁRIOS À UFMA CAMPUS BALSAS

Olívia Juliana Dias de Andrade Lima¹
Moises de Araújo Santos Jacinto²

RESUMO

Com a volta das atividades no campus universitário da UFMA de Balsas, este sendo novo, com uma distância de cerca de 8 km do centro de Balsas, inaugura um problema no que tange a questão da locomoção dos universitários. A dificuldade de acesso à universidade atinge tanto os alunos que se deslocam, quanto aos alunos que não percorrem grandes distâncias até o campus. A Universidade, em parceria com a Prefeitura de Balsas, disponibilizou um micro-ônibus, que realiza o trajeto da Catedral de Balsas até o campus da UFMA. Neste trabalho buscamos compreender como funciona esse deslocamento, a satisfação dos usuários e diante das respostas, propor uma nova rota que melhore a prestação do serviço conforme a necessidade dos alunos. Com o auxílio do *Google Maps* foi proposto uma rota que caso implantado, satisfaria problemas como diminuição de distâncias da casa dos alunos ao ponto de coleta.

Palavras-chave: Mobilidade, Transporte, Universidade, Rotas.

ABSTRACT

With the return of activities on the university campus of UFMA in Balsas, this being new, with a distance of about 8 km from the center of Balsas, inaugurates a problem regarding the issue of mobility for university students. The difficulty in accessing the university affects both students who travel and students who do not travel long distances to the campus. The University, in partnership with the Municipality of Balsas, provided a minibus, which makes the journey from Catedral de Balsas to the UFMA campus. In this work, we seek to understand how this displacement works, the satisfaction of users and, in view of the responses, propose a new route that improves the provision of the service according to the needs of the students. With the help of *Google Maps*, a route was proposed that, if implemented, would satisfy problems such as reducing distances from the students' homes to the collection point.

Keywords: Keywords: Mobility, Transport, University, Routes.

¹ Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia, UFMA, olivia.juliana@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, UFMA, moises.asj@ufma.br



1 INTRODUÇÃO

Em meados de 2013, na cidade de Balsas – MA foram instalados os cursos de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia, de Engenharia Civil, Engenharia elétrica e Engenharia Ambiental no prédio da escola Maria Justina Serrão, localizada na Rua José Leão, nº 484 Centro, que foi incentivado pelos programas do Governo que vem ampliando as Universidades Federais no Brasil desde 2003 (BRASIL/MEC, 2012). Sendo assim, a implantação das Universidades traz à cidade desenvolvimento no campo da educação, ampliando a demanda por moradia, alimentação e transportes, desenvolvendo a região. Desenvolvimento está atrelado ao transporte e o pensar transporte público para essa nova demanda, se faz necessário.

Para a utilização do transporte universitário, público e outros se fazem necessário o planejamento correto do transporte para proporcionar uma melhor rota. Esse planejamento a priori é realizado com a identificação da problemática mediante a obtenção de dados dos usuários e depois se utiliza programas computacionais (aplicativos etc.), que desenhem a melhor rota com bases em dados geoespaciais, dessa forma, solucionando o problema identificado, geralmente relativo à projeção de rotas alternativas com tempos inferiores de percurso, visando atender os objetivos definidos.

Em 2020, as atividades do campus foram transferidas para o novo campus da Universidade localizado na MA 140, km 04. No entanto, com a pandemia de Covid-19, as atividades presenciais foram paralisadas. Em setembro de 2022 as atividades no campus foram retomadas e como não há transporte público, em parceria com a prefeitura de Balsas, a Universidade conseguiu um micro-ônibus com capacidade de 20 lugares para o transporte dos alunos do centro ao campus da universidade que distam entre si 8,10 km, sendo este caminho percorrido da



Catedral de Balsas, percorrendo pela Rua Coelho Neto, centro, seguindo o caminho pela Rua Luís Gomes, bairros Açucena Velha e Nova que dá acesso a MA 140 até chegar ao km 04. O percurso definido possui um ponto de coleta, na Praça da Catedral de Balsas, assim, muitos usuários possuem dificuldade para chegar até o ponto definido. A universidade é um polo gerador de tráfego e Balsas possuindo uma área de 13.141,162 km², com população de 96.951 pessoas e densidade demográfica de 6.36 hab/km² (IBGE, 2021) se faz necessário pensar em transporte público e o estudo de um transporte universitário é um ponto de partida para um estudo que envolva a problemática a um nível mais amplo.

Assim, neste trabalho faremos uma análise do trajeto que o micro-ônibus universitário realiza atualmente do centro para a UFMA. Quantos alunos são atendidos e a qualidade desse transporte, relacionado à facilidade de chegada dos alunos ao ponto de coleta do ônibus, com base na locomoção e tempo de percurso de suas residências até este ponto. E de posse desses dados, proporemos uma rota que seja tanto eficaz quanto eficiente para a comunidade acadêmica que atualmente se utiliza desse transporte, sugerindo que sejam adicionados outros pontos de coleta mais próximos das residências dos usuários de modo que fique mais acessível.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mobilidade Urbana

Segundo Lombardo, Cardoso e Sobreira (2012) a mobilidade urbana é uma condição formada por diversos parâmetros que trata da facilidade ou não de se locomover nas infraestruturas de transportes (vias etc.) por meio de veículos, tanto de pessoas, como também de bens no espaço urbano.

Os problemas de mobilidade urbana, bem como segurança, aumento da desigualdade e limitação aos serviços públicos são decorrentes da urbanização e



crescimento populacional (NEVES; DIAS; CORDEIRO, 2018). Sendo a mobilidade urbana resultado da interação entre incumbências e um meio de deslocamento, tanto de pessoas como de cargas se faz necessário pensar em mobilidade como projetar a melhor interação entre bens e pessoas com polos geradores, áreas de lazer, trabalho etc. (BRASIL, 2005).

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) tem como base o desenvolvimento sustentável, acessibilidade, a prestação de serviços de transporte público de qualidade e que a circulação nas vias e espaços públicos seja para todos de forma equitativa (BRASIL, 2013). Ainda segundo Brasil (2013) a PNMU deve trabalhar em comunhão com as outras políticas públicas urbanas. Um dos pontos que essa política elenca para que a mobilidade aconteça da melhor forma é a priorização do transporte público coletivo e modais não motorizados, uma vez que menos veículos automotores nas vias, menos espaços são preenchidos, sobrando mais espaço para locomoção.

Brasil (2005) argumenta que caso não haja uma PNMU, ou se houver, não há aplicabilidade desta, a população mais pobre é afetada negativamente. A deficiência de PNMU promove desorganização e ineficiência na locomoção.

No Brasil a Política de Mobilidade Urbana foi instituída por meio da Lei nº 12.587. Essa política determina em seu artigo 24 que os municípios brasileiros devem elaborar um Plano de Mobilidade urbana e caso não o façam, não receberão recursos para investimentos nessas áreas (BRASIL 2005).

Embora a Lei tenha instituído essa obrigatoriedade, muitos municípios não conseguiram fazer o Plano de Mobilidade, seja por falta de recursos ou mesmo falta de compreensão da importância deste tema (BRASIL, 2013). Assim, foi estipulado um prazo para adequação das obrigatoriedades, da qual após esse, seriam cortados os recursos, porém, findo o prazo de abril de 2015, muitos municípios ainda não



cumpriram, de modo que este prazo se estendeu até abril de 2018 pela Lei n° 13.406 e novamente até abril de 2019 pela Lei n° 13.683, isto para não serem cortados os recursos para esses municípios e que eles tivessem como elaborar o plano.

Sendo o País dividido em União, Estados e Municípios, cada um tem suas obrigações quanto ao melhor desempenho da mobilidade urbana. Cabe aos municípios gerir e executar o transporte público coletivo. Aos estados, a fiscalização e investimentos de modo a reduzir custos e oferecer qualidade aos usuários.

2.2 Transporte Público Coletivo

O transporte público urbano é de fundamental importância uma vez que este liga regiões da cidade, além de reduzir congestionamentos, acidentes, diminuição de ruídos e poluição do ar fazendo com que a população respire melhor. Também há uma redução nos gases do efeito estufa já que o número de veículos é reduzido drasticamente quando pessoas trocam suas locomoções em seus veículos próprios por se locomoverem em um transporte público que acomoda essas e outras pessoas (RODRIGUES; SORRATINE, 2008).

Rodrigues (2008) argumenta, no entanto, que essa preferência por esse transporte que tem como consequência esses benefícios, dependerá da qualidade do transporte oferecido, das questões econômicas, uma vez que quem se utiliza desse transporte é a população mais pobres, questões educacionais, pois quando se há um entendimento da importância de se optar por transporte público, devido os benefícios gerados, optam por esse meio. Também há as questões geográficas, tendo em vista qual atendimento esse transporte oferece, ligando quais regiões.

O transporte público coletivo é segundo a constituição Federal de 1988 um serviço essencial, sendo este fornecido pelo Poder Público mediante órgãos públicos ou por empresas concessionadas. Esse transporte e com qualidade deve ser ofertado



a todos (EDEPE; 2017).

Terra e Duarte (2014) destacam que:

O transporte coletivo pode ser definido como um meio para atingir determinados fins, como trabalho, escola, mercado, cinema. Atualmente os modos de transporte coletivos podem ser: bonde, ônibus, trólebus, pré-metrô, metrô, trem suburbano. Os serviços de transporte coletivos são concedidos por meio da regulamentação municipal para os centros urbanos e de regulamentação pelo estado para a região metropolitana podendo ambos serem operados por empresas privadas, públicas ou mistas. (TERRA; DUANTE, 2014, p. 17).

2.3. Transporte Público Coletivo no Brasil

Para Soares, Guerino Filho e Teixeira (2013), o transporte público realizado por ônibus se torna o mais interessante quando há espaços nas vias dedicados somente a eles, bem como toda a sinalização e estrutura que possibilite melhor locomoção e por consequência economia, tanto no tempo de percurso e nos custos com combustíveis, tendo em vista que com uma melhor velocidade mais se economiza dinheiro com combustível e menor tempo para chegar aos locais e por se locomover melhor acaba sendo escolha na população para chegar mais rápido aos seus destinos.

O modal rodoviário foi se desenvolvendo no Brasil ao passo que foi se investindo, tanto na infraestrutura que teve seu boom quando foi fundada a Petrobras pelo então presidente Getúlio Vargas, como também a criação do Grupo Executivo da Indústria automobilística (GEIA), pelo então presidente Juscelino Kubitschek para incentivar a produção de automóveis nacionais. Ambas ajudaram ao modal rodoviário torna-se o mais usual (RUBIM; LEITÃO, 2013).

Diante do crescimento e desenvolvimento do modal rodoviário, o transporte que acaba sendo o mais utilizado é o ônibus por ter seus custos operacionais menores que os meios privados, mesmo havendo problema no que toca a questão



da poluição e tempo de viagem sendo difícil o cálculo do mesmo (VIANA, 2013).

Este tipo de transporte também está presente no Brasil - Buscar os transportes universitários na USP. Importante trazer para a realidade local, apresentando as vantagens, visto que o tópico trata de transporte público no Brasil (JACQUES *et al.*, 2010).

2.4 A Universidade como polo gerador de viagens

As universidades sejam elas públicas ou particulares são segundo Portugal e Goldner (2003) polos geradores de viagens.

Maia *et al.* (2010, p. 17), afirmam que:

A instalação de indústrias, de centros de negócios, de equipamentos de serviços, lazer e cultura, de terminais de transporte e outros impulsionam o desenvolvimento de áreas urbanas por trazer associados benefícios socioeconômicos e culturais e acessibilidade a produtos e bens diversos. Estas instalações são denominadas Polos Geradores de Viagens - PGV, e nelas se desenvolvem atividades, em porte e escala capazes de exercer grande atratividade sobre a população e de produzir um contingente significativo de viagens, além de necessitar de grandes espaços para estacionamento de veículos, para carga e descarga de bens e para embarque e desembarque de pessoas. (MAIA *et al.*, 2010, p. 17).

Vários autores vêm dando cada vez mais atenção aos estudos sobre polos geradores de viagens do tipo universitários. Para Deimelle e Deimelle (2012), esse estudo envolve a priori conhecer os deslocamentos dos usuários das universidades para depois tomarem decisões no que tange possíveis soluções, uma vez que os PGV demandam soluções para estacionamento e um planejamento para que haja um melhor fluxo possível.

2.5 Logística e otimização

No que tange a questão de suprimentos, a logística é a parte que trata da organização e gerenciamento desta cadeia, visando o menor custo e menor tempo



de entrega ao cliente devido uma melhor prestação de serviço (SLACK et al, 2009).

De acordo com Novaes (2007) a logística deve ser sempre monitorada, controlada e avaliada. Ribeiro e Ferreira (2002) afirmam que é necessário se ter uma visão estruturada para organização do sistema de transporte.

Para Ballou (2006) o transporte custa muito, sendo uma atividade de grande custo e decisões que terão grandes consequências no que tange a economia e alcance dos objetivos, gerando ou não problemas. Ficando, segundo Dias (1993), a obrigação dos órgãos de transporte gerir o melhor prazo, custos e atendimento ao usuário.

Os modais de transportes são: rodoviário, aquaviário (hidroviário e marítimo), aeroviário, ferroviário e dutoviário utilizados em sua maioria no transporte de produtos e pessoas, embora o dutoviário seja mais limitado no que toca os tipos de produtos. O modal rodoviário tem custos fixos baixos e custos do tipo variável médios, sendo o modal de maior utilização no país. (RIBEIRO; FERREIRA, 2002).

Para Alcântara (2009), a eficácia é como escolher o correto ou que se fazer sendo ela relacionada no serviço público mais desafiante que a eficiência. Jaya (2016) diz que no caso de transportes institucionais a eficácia deve ser quantificada por quanto os objetivos estão sendo atendidos ou não. Uma vez quantificada o número de atendidos, será ou analisada a eficiência, que, de acordo com Pimenta (1998), consiste na satisfação dos usuários em relação aos serviços prestados.

Diante dessas informações a quantidade de alunos atendidos e o melhor atendimento a estes alunos, sendo, neste caso do estudo a proposta de mais pontos de coleta dos mesmos, para então, aumentar a eficiência e eficácia desses serviços prestados, pois uma vez que os pontos de coleta fiquem mais próximos de suas residências, mais fácil seria para eles.



2.6 Roteirização do veículo

Para *Maior et al.* (2019), a roteirização encontra problemas no que tange diferenças entre os pontos de origem e destino. A solução desses problemas é o caminho mais curto. Muitos problemas desse tipo são generalizações do problema do caixeiro - viajante que consiste na ideia de um caixeiro - viajante que precisa visitar seus clientes e precisa verificar a melhor rota. Quando há muitas variáveis da qual não se consegue propor uma rota, *id* (2019) argumenta que se utiliza a Pesquisa Operacional (PO), já que ela ajuda na tomada de decisões. Onde a princípio se faz a definição de problemas com suas variáveis, parâmetros e artifícios matemáticos para resolução. *Arenalles* (2007) ainda diz que a Pesquisa Operacional irá auxiliar no projeto, planejamento e operação de sistemas em casos que precisam de escolhas eficientes na aplicação de recursos que são escassos.

Para *Assad* (1998) a PO tem tido êxito na roteirização de veículos. Quando há questões de restrições de horário, como no caso de um ônibus universitário, *Cunha* (2000) diz que os problemas são denominados Roteamento e Programação de Veículos (VRP).

2.7 Solução de problemas

2.7.1 Métodos heurísticos

Ballou (2006) argumenta que os métodos heurísticos solucionam problemas complexos com um tempo de processamento computacional razoável e com necessidade de pouca memória, ou seja, robustez computacional.

A heurística construtiva é aquela que se constrói uma resolução de passo a passo, sendo feita a adição de variáveis como nós, arcos etc., cada interação feita, partindo de uma rota vazia, vai eliminando a outra que não satisfaz a demanda necessária, no caso, a rota. Há 2 métodos que tratam da heurística construtiva.



2.7.1.1 Método econômico

Tem como função diminuir a distância realizada pelo veículo, calculando a menor rota Ballou (2006).

2.7.1.2 Método de Varredura

Esse método indica uma rota adequada com rapidez. Ele ocorre em 2 etapas Ballou (2006). As etapas são essas:

- 1 - Atribui-se paradas;
- 2 - Estabelece a sequência de paradas.

2.8. SIG e software Google Maps

Silva Junior (2008) diz que SIG's são utilizados para o armazenamento, análise, manipulação e visualização de dados georreferenciados. O SIGT, um tipo de SIGT voltado para o transporte é composto por softwares e hardwares voltados para análise de transporte e logística.

Diante do desenvolvimento de novas tecnologias, Pires (2011 apud SANTOS; FEITOSA; PERINOTTO, 2017) afirma que se faz necessário o uso dessas ferramentas de uso fácil para se obter processamento rápido e informações precisas de modo que adicione valor ao trabalho prestado.

O *google maps* é um tipo de mapa eletrônico que vem sendo utilizado e facilita os processos de roteirização para as empresas de transporte, passando a ter um valor estratégico uma vez que essas tecnologias auxiliam na localização de estabelecimentos, rotas e tempo de deslocamento (GUIMARÃES; BORGES, 2008 apud SANTOS; FEITOSA; PERINOTTO, 2017).

Mehta, Kanani e Landy (2019, p. 41) destacam que:

O Google Maps emprega estruturas de dados Graph para cálculo do caminho mais curto da fonte (ponto A) para o destino (ponto B). A estrutura de dados do gráfico é composta por vários nós e múltiplas arestas conectando esses nós. O algoritmo de Dijkstra é um algoritmo eficaz e proficiente proposto por



Edsger.W. Dijkstra para navegar o mais curto distância e caminho para chegar a um determinado destino. Os nós de o gráfico são conectados por arestas ponderadas, que representam a distância a ser percorrida para chegar lá. (MEHTA; KANANI; LANDY, 2019, p. 41)

3. METODOLOGIA

3.1 Estudo da mobilidade acadêmica

Para esse estudo, o método de varredura da heurística será usado, fazendo o uso do software *Google Earth Pro* e *Google Maps*, onde no *Google Earth Pro* se determina as paradas e no *Google Maps* determina a sequência.

Nesta etapa foi feito um estudo da mobilidade acadêmica que foi realizado feito por meio da utilização do micro-ônibus universitário, mapeando com o auxílio do *Google Earth Pro* a rota atual do mesmo. Para sabermos como é a mobilidade dos usuários faremos um questionário via *google forms* e o uso posterior do *google maps* para identificar a melhor rota com base nos dados de endereço coletado dos alunos.

3.1.1 Identificação do trajeto

O ponto de coleta atual é na catedral de Balsas, localizada na praça nomeada segundo a construção que lá se encontra, na Rua Humberto de Campos, Centro. No local de coleta do micro-ônibus foi marcado um ponto e cada parada, caso houver, também foi fixado um ponto no mapa e o último no destino final: UFMA.

3.1.2 Elaboração e aplicação do instrumento de pesquisa

Os dados dessa etapa tiveram o intuito de Percepção dos alunos em relação ao serviço prestado pela Prefeitura, se estão satisfeitos ou não e o que acham da possibilidade de haver um ponto de coleta mais próximo de suas residências. Outro objetivo da obtenção destes dados é saber onde os usuários moram e na nova rota sugerida, adicionar pontos próximos de suas residências. Assim, os dados solicitados



via questionário, foram: Nome, endereço de residência, tipo de moradia, se possuía veículo motorizado, entre outros. Em relação ao fluxo de atividade no campus: curso, turno das atividades, dias na universidade, entre outros. Sobre locomoção: modo de transporte, tempo de descolamento e qual transporte até chegar na universidade.

O questionário foi enviado pelo e-mail institucional aos alunos do campus. Aqueles alunos que utilizam o transporte universitário responderam, sendo que cada aluno poderia responder com seu e-mail institucional apenas uma vez.

3.2. Tratamento dos dados e manipulação dos dados no *Google Earth Pro* e *Google Maps* para proposta de melhor rota

De acordo com os endereços dos alunos, foi definido um ponto no bairro que residiam, sendo a escolha do ponto numa avenida importante, numa praça, um posto, ou em um supermercado. Enfim, isto porque como não há transporte público na cidade, o ideal é que seja esse ponto de parada em um local iluminado e com muita movimentação para segurança dos alunos. Essa escolha foi feita aleatoriamente pelos autores.

Com o auxílio do *Google Earth Pro*, uma ferramenta de tecnologia de posicionamento geográfico, os pontos foram identificados no mapa. Para isso, foi realizado um passo – a – passo que será mostrado a seguir:

Neste passo, adicionou-se um marcador e foi colocado essa marcação no endereço escolhido pelos autores. O endereço definido conforme critérios dos usuários, porém tendo como base nas proximidades dos endereços dos usuários do transporte. Após a marcação do ponto, foi identificado o ponto com a descrição do local, sendo, por exemplo, uma praça e o bairro que ela se encontra, sendo o bairro que o aluno reside ou próximo dele.

Após os pontos estiverem marcados e identificados, passou-se para o próximo passo que é de salvar e exportar para arquivo kml e então importar para o *Google*



Maps.

Neste passo, o arquivo criado foi exportado para kml.

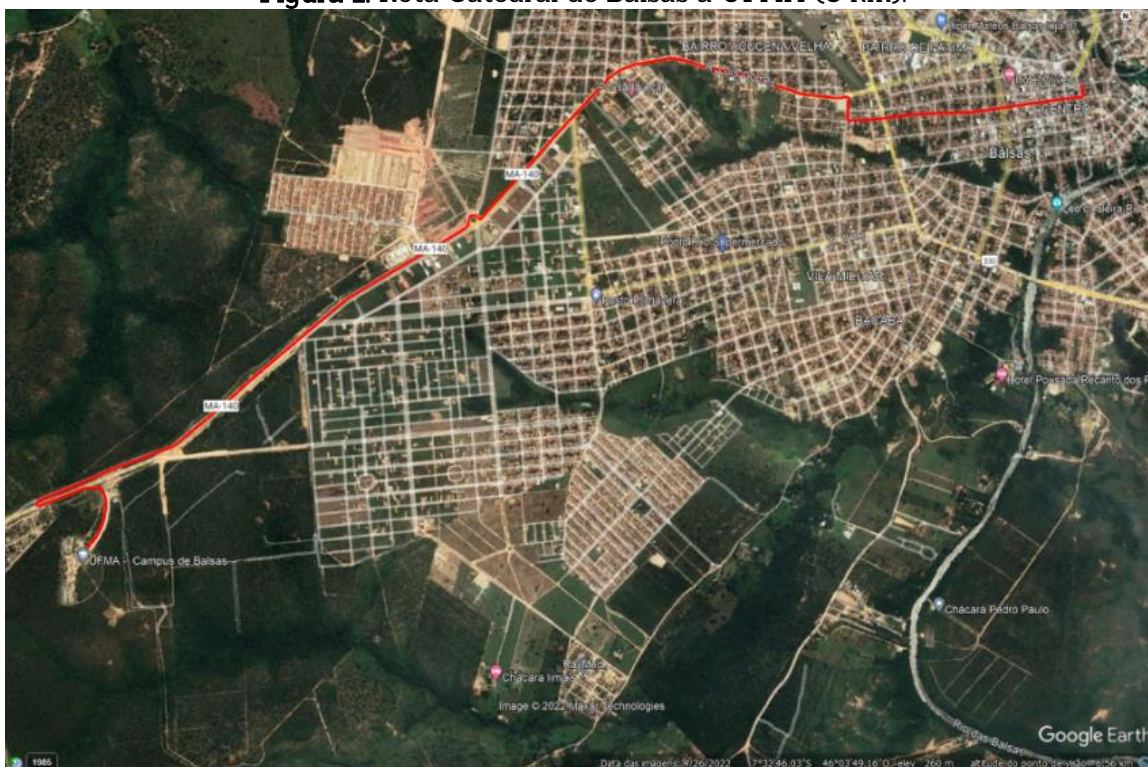
Uma vez adicionado os pontos de saída e chegada, adiciona-se os pontos de parada, que se adiciona por meio do botão adicionar destino. Os pontos foram adicionados clicando nos pontos importados do *Google Earth Pro* e foram escolhidos de forma a determinar um menor traçado possível. É possível clicar e segurar em cada parada e movimentando-a para cima ou para baixo para obter uma melhor rota.

4. RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1 Rotas atuais do transporte universitário

As rotas atuais de ida e volta estão indicados na Figura 1 e Figura 2, respectivamente.

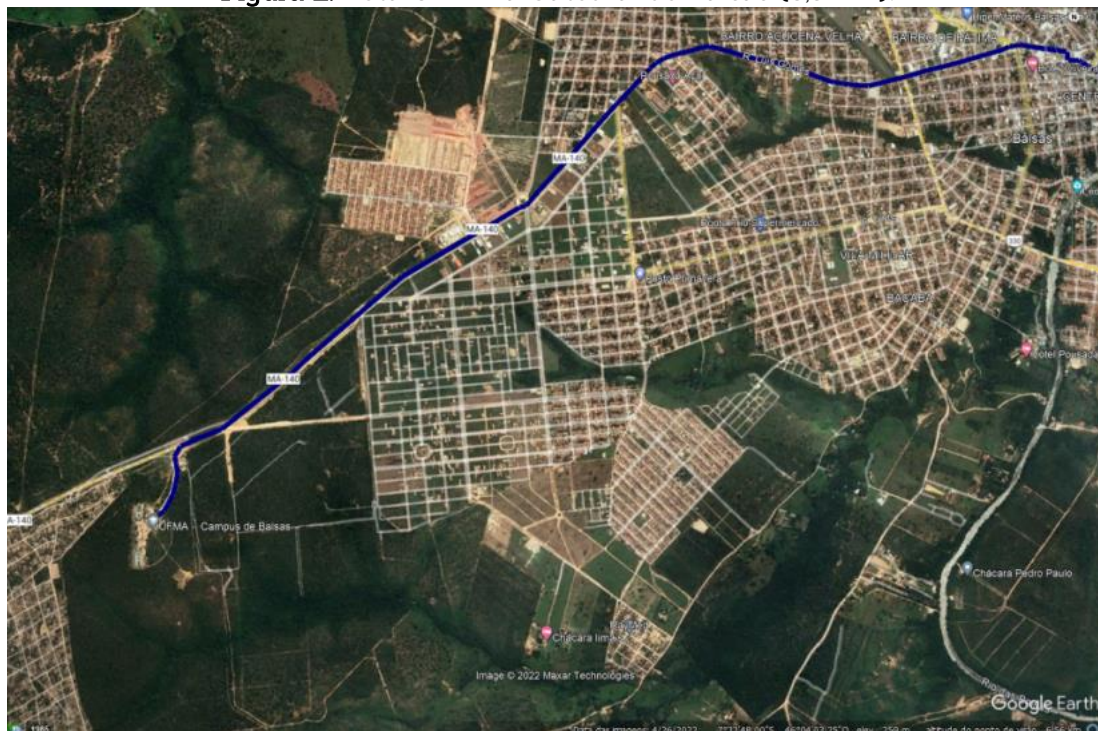
Figura 1: Rota Cathedral de Balsas à UFMA (8 km).



Fonte: Própria (2022)



Figura 2: Rota UFMA à Catedral de Balsas (8,5 Km).



Fonte: Própria (2022)

4.2 Dados obtidos do formulário e rotas propostas

O formulário utilizado nessa pesquisa está disponível em:

<https://docs.google.com/forms/d/1xvmoylMfLGPeZ2cP1lOtdamOn-PMgDpFT-AFLRFzuKM/edit>

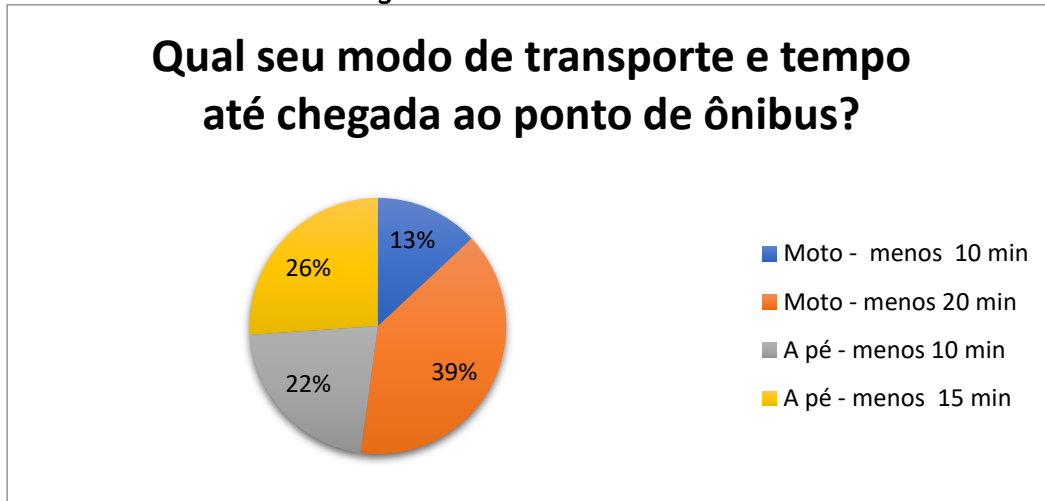
Ao total, foram 23 alunos que responderam o questionário, que cursam algum dos cursos ofertados pela Universidade.

Para chegar até o ponto de ônibus, na praça da catedral, os alunos responderam sobre como chegam ao ponto de ônibus e o tempo de chegada. Os dados indicam que a maior porcentagem (cerca de 52 %) dos usuários chega ao ponto de ônibus com tempos que variam de menor que 10 minutos e menos de 20 minutos com moto, como mostrado na Figura 3. Esses alunos por demorar este tempo também responderam (Figura 4) que gostariam que houvesse outro ponto de parada mais próximo de suas residências, diminuindo assim o tempo de chegar



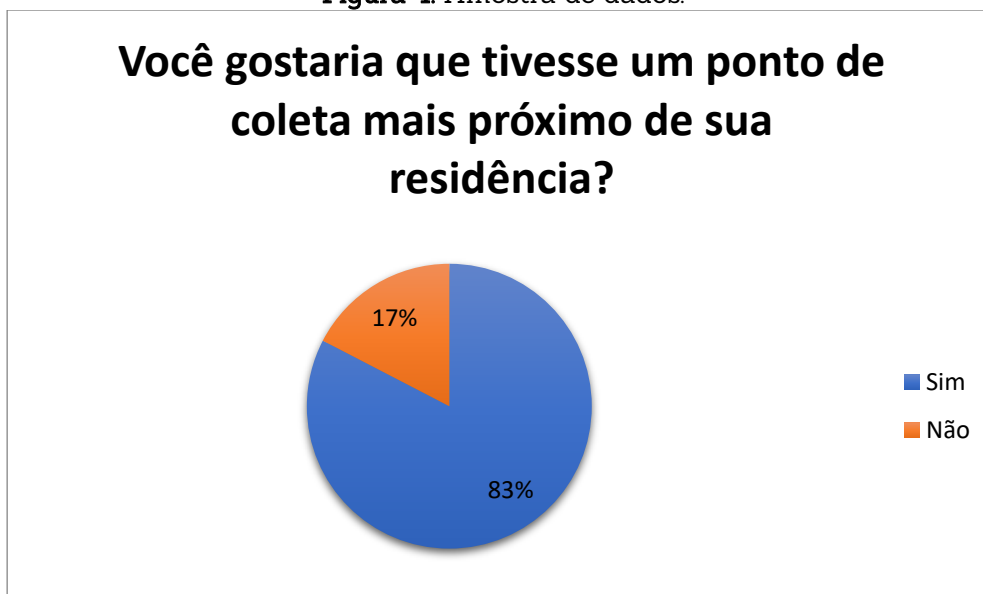
ao ponto.

Figura 3: Amostra de dados.



Fonte: Própria (2022)

Figura 4: Amostra de dados.

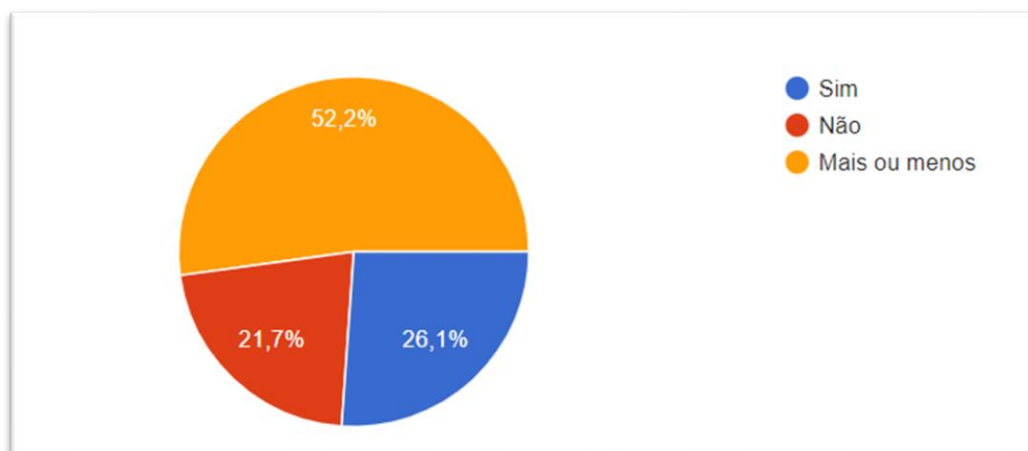


Fonte: Própria (2022).

Ainda foi perguntado sobre a satisfação com o transporte Universitário. Apenas 26,1% estão satisfeitos, os demais, não e mais ou menos, como mostrado na Figura 5.



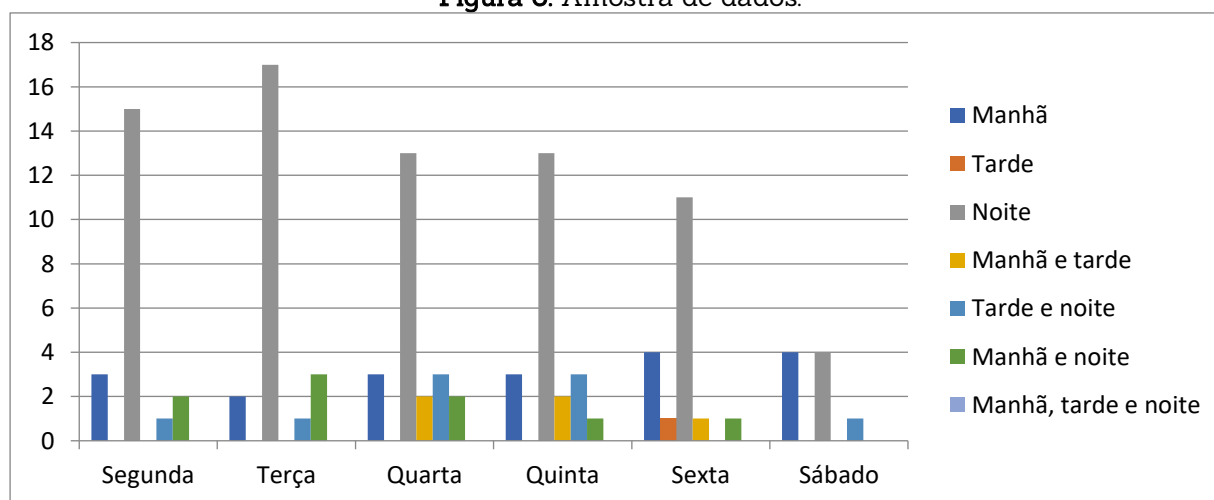
Figura 5: Amostra de dados.



Fonte: Própria (2022).

Em relação às atividades no campus e o turno das mesmas, foi observado que a maior quantidade de atividades ocorre no turno da noite, sendo segunda e terça-feira os dias com mais atividade à noite, respectivamente 15 e 17 alunos utilizando o transporte. Nas manhãs também foi observado grande fluxo de alunos, tanto de alunos que só vão à universidade esses horários, quanto dos alunos que vão pela manhã e à noite. A Figura 6 traz esses dados.

Figura 6: Amostra de dados.



Fonte: Própria (2022).



Dos endereços:

Como podemos ver na Figura 7, de acordo com os endereços fornecidos, verificamos que os alunos residem nos bairros: Centro, Açucena velha e nova, São Luís, Santa Rita de Cássia, Jardim Iracema, Bacaba, CDI, Setor Industrial, São Félix, Nazaré e em outro município, São Raimundo das Mangabeiras (a aluna residente nesse município informou que como ela mora em outra cidade, o ponto de coleta, na Praça da Catedral é satisfatório).

Figura 7: Amostra de dados.

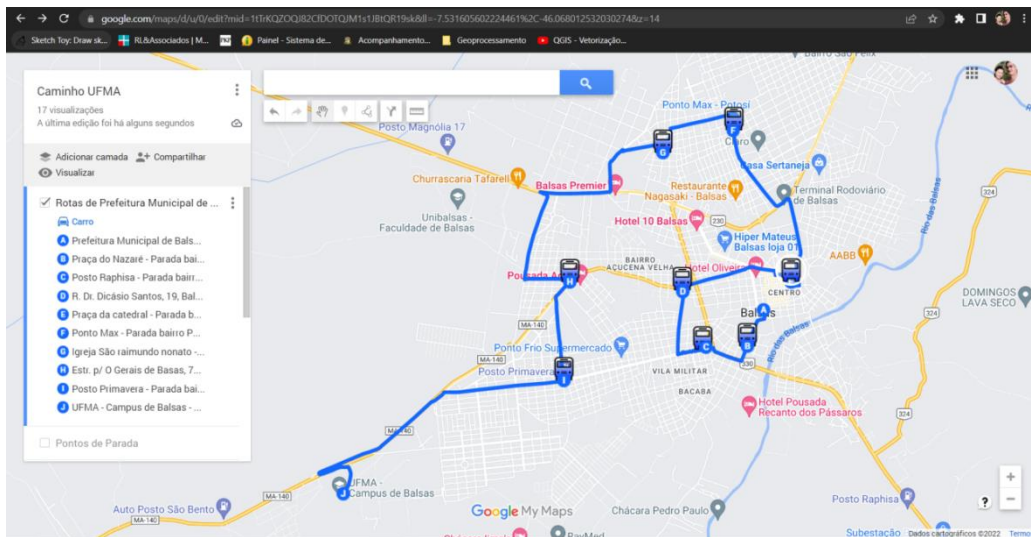
Endereço de sua residência e tipo de moradia, se própria ou não.
Rua 2 da açucena Velha, casa própria
Rua 13, Quadra 2, Lote 26, Bairro Emerson Santos. Própria
Rua 7, bairro São Luis, não é própria
Centro, Travessa Vereador Pinto - Aluguel.
Rua 01, açucena velha, própria
Rua 13 - Nova Açucena / Moradia alugada.
Av. Porto Alegre 476, Santa Rita de Cássia, não própria.
Centro, casa alugada
Rua José Leão, centro
Rua 2, nº 12 - jardim iracema
Rua 8, Bacaba. Moro de favor na casa de parentes
Bairro cdi, rua das mangueiras 554
Rua 26, N° 215, Bairro São Luís / Casa própria
Rua Maceió número 78 setor industrial (moradia própria)
Rua 22, são Félix, casa própria
Bairro Nazaré, casa de parentes
Rua Vereador Pinto - Centro. Casa alugada
Rua Doutor Justo Pedrosa, Centro
Rua 7, bairro nazaré. Casa própria.
Rua Coronel Silva Neto, centro, alugada.
(São Raimundo das Mangabeiras - Rua Antônio Dino)/ Moradia própria
Rua Antônio de Almeida, centro. s/n, alugada
Rua da Piçarra, 835a, centro. alugada

Fonte: Própria (2022).

Com esses dados, tentando atender todos os bairros, a autora adicionou pontos de parada de ônibus nos bairros em que os alunos residem ou em um bairro mais próximo que o ponto de coleta atual.

A rota gerada:

Figura 8: Rota gerada (Sentido Prefeitura à UFMA).

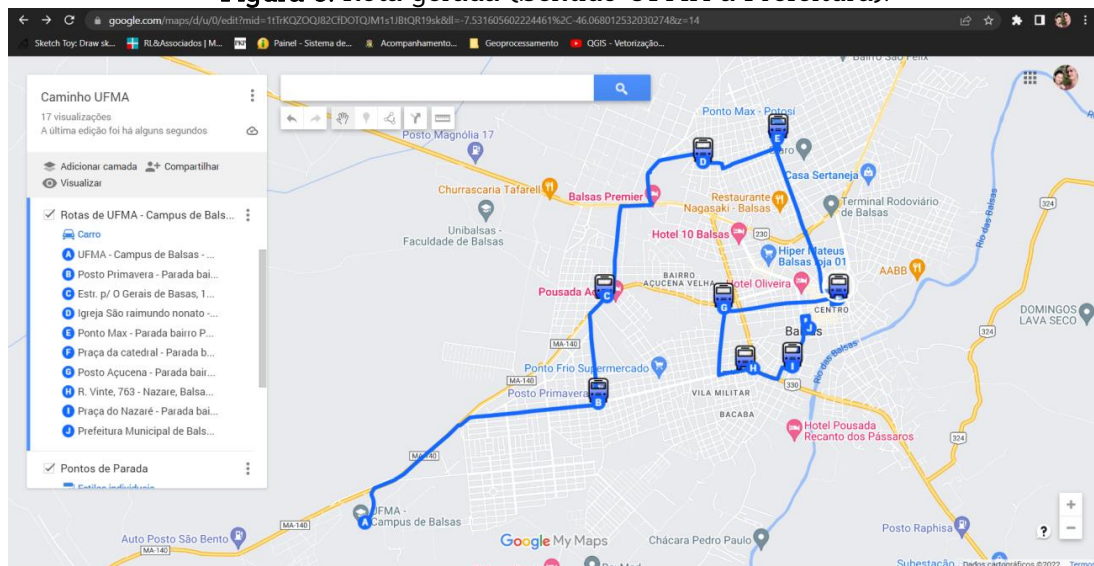


Fonte: Própria (2022).

Para o traçado a quilometragem fornecida pelo Google Maps foi de 18 km e o tempo de percurso de 40 minutos (Figura 8), porém, esses dados tiveram como base o veículo sendo um automóvel leve e para um micro-ônibus esse tempo seria estendido.

Agora a rota de volta, da UFMA à prefeitura de Balsas.

Figura 9: Rota gerada (Sentido UFMA à Prefeitura).



Fonte: Própria (2022).

Para o traçado a quilometragem fornecida pelo Google Maps foi de 16 km e o



tempo de percurso de 36 minutos (Figura 9), porém, esses dados tiveram como base o veículo sendo um automóvel leve e para um ônibus esse tempo seria estendido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados obtidos no formulário e conhecendo o percurso que o micro-ônibus realiza da Catedral de Balsas à UFMA mediante o uso do mesmo e marcando os pontos com o auxílio de um *Google Earth Pro*, observou-se que a distância da residência de muitos usuários ao ponto de coleta do micro-ônibus é para os universitários, relativamente grande, isto observando que mesmo com uma motocicleta o tempo para chegar ao ponto de coleta é grande tendo em vista que a motocicleta é um veículo que consegue se deslocar com a facilidade e que Balsas é uma cidade pequena. Ainda se conclui mediante as repostas dos usuários que há insatisfação em relação ao ponto de coleta. As residências dos alunos localizam-se em diversos bairros da cidade com distâncias longínquas do centro.

O transporte coletivo público para esses alunos implicaria em mais conforto caso os pontos de coleta fossem mais próximos de suas residências.

Assim, de posse dos endereços dos alunos foi escolhido um ponto próximo de suas residências, sendo este ponto um endereço central do bairro, um supermercado, uma praça, que encurtasse a distância da residência do aluno ao ponto de coleta.

A ferramenta gratuita *Google Earth Pro* e *Google Maps* mostrou-se de fácil uso e com bons resultados para a obtenção da rota, uma vez que o *Google Earth Pro* identifica os pontos de parada conforme a escolha do usuário e o *Google Maps* traçam as rotas com menor caminho e tempo, levando em consideração os sentidos das vias.

A rota proposta é constituída de sete paradas, partindo da prefeitura de Balsas até o campus universitário. Nesses sete pontos, caso a rota seja implantada,



muitos alunos se locomoveriam até o ponto a pé ou mesmo com um tempo de deslocamento de moto reduzido. Para ida ao campus, o tempo estipulado pelo *Google Maps* foi 40 minutos, mas como esse cálculo seria para automóvel leve, consideramos mais 20 minutos. De modo que caso fosse implantado essa rota, o ônibus deveria sair da prefeitura com 1 hora de antecedência do horário de início das atividades e nos turnos de maior fluxo de alunos, no caso, manhã e noite e conforme os pontos de parada os alunos deveriam ser informados a que horário o micro-ônibus passaria nestes pontos e então eles escolhem o de mais fácil acesso.

Tendo como base as respostas dos alunos, se desejariam um ponto de coleta mais próximo de suas residências, conclui-se que essa rota atenderia aos anseios dos mesmos, embora outros estudos sejam necessários para saber se a prefeitura conseguiria atender esses anseios dos usuários do transporte universitário.

A análise do percurso mostrou-se eficaz, bem como o questionário elaborado no *Google Forms*, sendo possível com essas informações entender como é o percurso atual realizado pelo micro – ônibus bem como sugerir uma rota que passasse por pontos mais próximos das residências dos alunos e de então, após a aplicação de outros questionários em estudos futuros, concluir ou não que esta nova rota atenderia as necessidades dos usuários do transporte, fazendo com que o transporte se torne mais eficiente e eficaz. É possível que outros alunos que se utilizam de meios de transporte particulares utilizassem o micro-ônibus caso tivessem mais paradas. Esse estudo pode ser estendido a essa outra questão.

REFERÊNCIAS

ASSAD, A.A. (1988) **Modeling and implementation issues in vehicle routing**. In: *Vehicle Routing: methods and Studies*, B.L.Golden, A.A.Assad (eds), North Holland, Amsterdam, p. 7-46.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**.



São Paulo: Bookman, 2006.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Planejamento de mobilidade urbana**. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). (2012). Análise sobre Expansão das Universidades Federais 2003 a 2012. Brasília. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=12386-analise-expansao-universidade-federais-2003-2012. Acesso em 05/12/2022.

DIAS, M. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

EDEPE. **Serviços essenciais: transporte público coletivo**. São Paulo, Escola da Defensoria Pública (EDEPE), 2017.

CUNHA, C. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. **Transportes**, v. 8, n. 2, p. 51-74, 2000.

JACQUES, M.A.P. et al. Nova abordagem para o estudo das viagens geradas nas instituições de ensino. **Transportes**, v. XVIII, n. 1, p. 76-86, mar 2010.

JAYA, A. J. B. **Otimização e controle das frotas de veículos de carga em distribuições logísticas institucionais**. 2016. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) Curso de mestrado de Engenharia de transporte, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. 2016.

IBGE. Censo Demográfico 2021 – Balsas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/balsas.html>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022.

MAIA, M. L. A. et al. (2010). Licenciamento de polos geradores de viagens no Brasil. **TRANSPORTES**, 18(1). <https://doi.org/10.14295/transportes.v18i1.380>

MAIOR, Caio Bezerra Souto et al. "ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS PARA TRANSPORTE DE FUNCIONÁRIOS – ESTUDO DE CASO EM PERNAMBUCO", p. 2504-2519. In: **Anais do XIX Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha**. São Paulo: Blucher, 2020. ISSN 2175-6295, DOI 10.5151/spolm2019-181



MEHTA, H.; KANANI, P.; LANDY, P. GOOGLE MAPS. P. 41 – 46. In: International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 178 – N° 8, May 2019

Ministério das Cidades. Mobilidade urbana é desenvolvimento urbano! Brasília, DF, 2005.

Ministério das Cidades. **PlanMob**: Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília, DF, 2015.

NEVES, D., DIAS, F. C. A.; CORDEIRO, D. (2018). **Uso de aprendizado supervisionado para análise de confiabilidade de dados de crowdsourcing sobre posicionamento de ônibus**. In Workshop Brasileiro de Cidades Inteligentes (WBCI2018) - XXXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2018).

NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LOMBARDO, Adilson; CARDOSO, Olga Regina.; SOBREIRA, Paulo Eduardo. Mobilidade e sistema de transporte coletivo. **Revista Científica Eletrônica OPET**, v.7, p. 5, 2012.

PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. **Estudo de polos geradores de viagens e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 2003.

PIMENTA, C. C. A Reforma gerencial do Estado brasileiro no contexto das grandes tendências mundiais. **Revista de Administração Pública**, 32 (5), 173-199, set./out. 1998.

RIBEIRO, P; FERREIRA, K. Logística e transporte: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama Brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais..** Curitiba: Enegep, 2002.

RODRIGUES, Francisco Raí Alves. Análise do transporte gratuito de estudantes das Universidades públicas: estudo de caso UFERSA Campus Pau dos Ferros-RN / Francisco Raí Alves Rodrigues. - 2018.

RODRIGUES, M. A.; SORRATINI, J. A. A qualidade no transporte coletivo urbano.



In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES ,22, 2008, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza-CE: ANPET, 2008. p.1 - 12.

RUBIM, G. LEITÃO, S. O Plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 79, n. 201, set 2013.

SANTOS, Felipe Nogueira dos; FEITOSA, Venilson da Silva; PERINOTTO, André Riani Costa. Aplicativos De Mapas Google Maps, Here Maps E Turismo. **Turismo: Estudos & Práticas (RTEP/UERN)**, Mossoró/RN, vol. 6, n. 2, jul./dez. 2017.

Disponível em:

<http://geplat.com/rtep/index.php/tourism/article/download/141/132/247>. Acesso em: 07 de dezembro de 2022.

SOARES, D. A. F.; GUERINO FILHO, E.; TEIXEIRA, V.C. Transporte público urbano: Análise do sistema de informações ao usuário no município de Maringá – PR. In: Congresso Brasileiro de transporte e trânsito. 2013. Brasília. Artigo. Paraná: Universidade estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil, 2013.

SILVA JÚNIOR, O. **Roteirização de veículos de carga com múltiplos depósitos em sistema de informação geográfica livre**. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro. Brasil 2008.

TERRA, S. X.; DUARTE, P. Estudo da qualidade no sistema de transporte coletivo urbano por ônibus na cidade de Pelotas, RS. **Revista de Engenharia da Faculdade Salesiana**, Rio Grande do Sul, v. 1, p. 6-10, dez. 2014.



ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE DE CARGA DE ESTACAS ESCAVADAS EM UM PROJETO NA CIDADE DE TASSO FRAGOSO-MA

Ana Tereza Teixeira dos Santos¹
Moisés de Araújo Santos Jacinto²

RESUMO

A fundação é um dos elementos mais importantes da construção civil, cuja função é absorver os impactos, transportá-los e distribuí-los até o solo. A investigação de solo é uma parte indispensável para a concepção de um projeto, seja ele de pequeno, médio ou grande porte. Caracterizando o solo, a obra não sofrerá desperdícios de materiais, o que diminui o custo do empreendimento e assegura o desempenho do trabalho. Diante do exposto, o presente estudo objetivou-se em comparar a capacidade de carga através dos métodos semiempíricos de Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira, de um projeto na cidade de Tasso Fragoso-MA a partir de três furos de sondagem a percussão (SPT) e avaliar os resultados buscando assumir qual dos métodos é o mais eficaz. Para tal, foi utilizado o relatório de sondagem SPT, fornecido pela empresa Y, como base para a realização dos cálculos da capacidade de carga de fundações. A partir dessa verificação e obtendo os valores de desvio padrão, foi constatado qual dos métodos utilizados foi o mais eficiente. A partir dos métodos semiempíricos, foi calculada a capacidade de carga das estacas escavadas. Por fim, a metodologia de Aoki-Velloso, por unanimidade, foi a mais ineficiente e a metodologia de Teixeira se tornou a mais eficiente. Os resultados da capacidade de carga obtidos são demonstrados detalhadamente em forma de gráficos e tabelas.

Palavras-chave: Fundação, Capacidade de carga, Métodos semiempíricos, Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma, Teixeira, Sondagem SPT.

ABSTRACT

The foundation is one of the most important elements of civil construction, whose function is to absorb impacts, transport them and distribute them to the ground. Soil investigation is an indispensable part of designing a project, whether small, medium or large. Characterizing the soil, the work will not suffer waste of materials, which reduces the cost of the project and ensures the performance of the work. Given the above, the present study aimed to compare the load capacity through the

¹ Engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão, ana.tts@discente.ufma.br

² Engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



semi-empirical methods of Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma and Teixeira, of a project in the city of Tasso Fragoso-MA from threepercussion drilling holes (SPT) and evaluate the results seeking to assume which of the methods is the most effective. To this end, the SPT drilling report, provided by company Y, was used as a basis for carrying out the calculations of the load capacity of foundations. From this verification and obtaining the standard deviation values, it was verified which of the methods used was the most efficient. Based on semi-empirical methods, the load capacity of the excavated piles was calculated. Finally, the Aoki- Velloso methodology, unanimously, was the most inefficient and the Teixeira methodology became the most efficient. The load capacity results obtained are shown in detail in graphs and tables.

Keywords: Foundation, Load capacity, Semi-empirical methods, Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma, Teixeira, SPT survey.

INTRODUÇÃO

Desde os princípios da vida humana, desejando proteger-se do clima e dos animais, o homem se abrigava em cavernas rochosas e, quando não as encontrava, em abrigos subterrâneos improvisados, onde estes eram escavações de aproximadamente 2 metros de profundidade (FALCONI et al., 2019). Assim, ao longo do tempo, o método de desenvolvimento das fundações vem se aperfeiçoando cada vez mais, devido aos crescentes avanços tecnológicos e científicos. Através desses avanços tecnológicos, surgiram as fundações, por causa das várias situações advindas de cada tipo de solo, que acabam por interferir em sua capacidade de suportar as cargas da estrutura (ARAÚJO et al., 2018).

No Brasil, as fundações são dimensionadas, em sua maior parte, a partir dos valores de SPT, pois, por ser um ensaio mais econômico, mais rápido e com mais eficiência, torna-se o melhor método de investigação geotécnica a ser utilizado para o estudo e a realização de uma fundação profunda, mesmo necessitando de análises complementares para melhorar ainda mais a sua eficiência no dimensionamento de estacas (SILVA, 2016). A partir disso, pode-se separar as fundações em dois grupos: fundações rasas ou superficiais (ou ainda “diretas”) e fundações profundas



(VELLOSO; LOPES, 2011).

Depois de especificado os grupos de fundações, tem-se, então, o dimensionamento delas como um fator de grande importância em um projeto. Para isso, tem-se os métodos semiempíricos de cálculo de capacidade de carga, cuja definição é a de que são métodos capazes de estimar, com base em correlações, métodos teóricos e experimentos, as propriedades e capacidades de carga da estrutura de fundação (PEREIRA, 2019). Alguns desses métodos, baseados na sondagem SPT, são os métodos de Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira.

A metodologia de Aoki-Velloso (1975) faz relação entre a resistência à penetração do cone no solo, obtida através do N_{SPT} , com a capacidade de carga final das estacas. Já a metodologia de Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996) relacionam diretamente o valor obtido de N_{SPT} com a capacidade de carga final das estacas (SILVA, 2016). Entretanto, ainda que ambos os métodos forneçam valores para a capacidade de carga de fundações profundas que garantem a estabilidade e a segurança estrutural, é possível que, com a variação de parâmetros, um deles se torne mais favorável, gerando estacas mais seguras e econômicas que os outros métodos (MOREIRA, 2019).

Diante disso, o presente trabalho, a partir dos dados obtidos em relatório de ensaios SPT, na cidade de Tasso Fragoso-MA, para a realização de estacas escavadas, pretende analisar e avaliar, através de planilhas eletrônicas no Excel, a eficiência dos métodos semiempíricos de Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira e, em seguida, eleger qual deles se mostrou mais eficiente para o cálculo da capacidade de carga de fundações.



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Todas as edificações estão sujeitas às ações horizontais (vento e desaprumo), às ações gravitacionais permanentes, às ações gravitacionais acidentais, aos efeitos de temperatura e, em alguns casos, às ações excepcionais como sismos e choques. Os esforços internos provocados por estas ações produzem reações nos apoios, que são transmitidas ao solo por meio das fundações, sejam elas superficiais ou profundas. Quando o solo não apresenta condições de resistência nas camadas superficiais (até uma profundidade de dois metros), torna-se necessário que as fundações alcancem camadas profundas e tornem-se mais resistentes, que são as chamadas fundações profundas (FERREIRA *et al.*, 2014). Assim, as fundações são separadas em dois grandes grupos, sendo eles fundações superficiais (rasas) e fundações profundas (VELLOSO; LOPES, 2011).

As fundações superficiais (ou rasas), de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2022), são elementos de fundação cujas bases estão fixadas em uma profundidade inferior a duas vezes o tamanho da sua menor dimensão, onde receberá as tensões distribuídas que equilibram toda a carga que foi aplicada. Já as fundações profundas, de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2022), são elementos de fundação que transmitem a carga ao terreno através da sua base (chamada de resistência de ponta), da sua superfície lateral (chamada de resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, tendo sua ponta ou base apoiada em uma profundidade maior que oito vezes a sua menor dimensão e sendo, no mínimo, 3,0 m.

Fundações são elementos estruturais cuja responsabilidade é transferir os carregamentos de uma superestrutura aos solos. Para que a sua capacidade funcional não seja comprometida, gerando patologias na construção, ou mesmo ocasionar a destruição da estrutura, são necessárias algumas prevenções na elaboração, na execução e na utilização dos projetos de fundações. Para a realização



desses projetos, o solo é o principal fator a ser considerado e, por conseguinte, seu comportamento deve ser devidamente analisado. Dessa forma, é necessário que haja a realização de estudos geotécnicos que permitam explorar e detalhar o perfil do solo analisado, possibilitando assim, a determinação do seu comportamento e de suas características (MAGALHÃES *et al.*, 2020).

Assim, conclui-se que o estudo do solo é um componente fundamental para o bom funcionamento de processos construtivos. Segundo a NBR 6122/2020 (ABNT, 2022), qualquer edificação deve executar no mínimo, sondagens a percussão com *Standard Penetration Test* (SPT). Esse processo, porém, algumas vezes não é executado em obras de pequeno porte (PENHA; CARDOSO, 2021).

A metodologia da sondagem SPT é, geralmente, a mais utilizada nos canteiros de obra na investigação do solo que tem como objetivo determinar os tipos de solo, os índices de resistência à penetração e, se houver, a posição de nível da água. Sua aparelhagem é composta por torres com roldana, tubos de revestimentos, cravação, trado concha ou trado helicoidal, amostrador, martelo padronizado, cabeças de bateria, medidor de nível de água, recipientes para amostragem e outras ferramentas para o procedimento da aparelhagem (LOPES; MENDES, 2020).

Segundo a NBR 6484 (ABNT, 2020), o ensaio se dá pela instalação do equipamento há 1 m de profundidade, realizada através do trado, onde é recolhida uma amostra do solo e, a cada metro de perfuração, também há a coleta de amostras através do amostrador-padrão, que é fixado nas hastes do aparelho. Em seguida, coloca-se um martelo de 65 kg a uma altura de 75 cm que cairá, em queda livre, sobre o amostrador-padrão, que contará o número de golpes a cada 15 cm de perfuração até completar 45 cm. Dessa forma, o valor de NSPT será a soma do número de golpes necessários para os últimos 30 cm de penetração do amostrador-padrão.



Dessa forma, em resumo, a sondagem SPT se divide nas seguintes etapas (GALVÃO *et al.*, 2019):

- Abertura do furo;
- Ensaio de penetração;
- Amostragem;
- Avaliação do nível d'água;
- Identificação e classificação das amostras;
- Relatório.

De acordo com a NBR 6122 (2022), os métodos semiempíricos são métodos que relacionam os resultados obtidos em ensaios, como o SPT, CPT etc, com tensões admissíveis ou tensões resistentes decálculo. A norma também diz que os domínios de validade de suas aplicações devem ser observados, assim como as dispersões de dados e as limitações regionais associadas a cada um dos métodos.

De acordo com Velloso e Lopes (2011), o método de Aoki-Velloso (1975) foi desenvolvido a partir da comparação entre as provas de carga em estacas e sondagens SPT e pode ser utilizado a partir de resultados de ensaio SPT e CPT. Dessa forma, a capacidade de carga R , pelo método Aoki-Velloso (1975), pode ser estimada pela seguinte equação (MONTEIRO *et al.*, 2017):

$$R = \frac{KN_p}{F_1} A_p + \frac{U}{F_2} \sum_1^n (\alpha KN_L L) \quad [Eq. 1]$$

Onde N_p e N_L são o N_{SPT} na cota de apoio da ponta da estaca e o N_{SPT} médio na camada de solo de espessura ΔL , respectivamente; onde α representa a razão de atrito, expressa em função do tipo de solo, e K é um coeficiente que também depende do tipo de solo. Para os fatores F_1 e F_2 , referentes a cada tipo de estaca, tem-se a



Tabela 1 (MONTEIRO et al., 2017).

Tabela 1: Valores dos fatores de correção F1 e F2 atualizados.

Tipo de estaca	F ₁	F ₂
Franki	2,5	2F ₁
Metálica	1,75	2F ₁
Pré Moldada	1+D/0,8	2F ₁
Escavada	3	2F ₁
Raiz, Hélice Contínua e Ômega	2	2F ₁

Fonte: Cintra e Aoki (2010).

Já a Tabela 2, disposta a seguir, mostra os valores de α e de K, referentes a cada tipo de solo.

Tabela 2: Valores de α e K.

Tipo de solo	K (kPa)	α (%)
Areia	1000	1,4
Areia Siltosa	800	2
Areia Siltoargilosa	700	2,4
Areia Argilosa	600	3
Areia Argilosiltosa	500	2,8
Silte	400	3
Silte Arenoso	550	2,2
Silte Arenoargiloso	450	2,8
Silte Argiloso	230	3,4
Silte Argiloarenoso	250	3
Argila	200	6
Argila Arenosa	350	2,4
Argila Arenossiltosa	300	2,8
Argila Siltosa	220	4
Argila Siltoarenosa	330	3

Fonte: Aoki e Velloso (1975).

Já a metodologia de Décourt-Quaresma (1978) propõe que o cálculo da capacidade de carga seja feito utilizando a seguinte equação:

$$R = \alpha C N_p A_p + \beta 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) UL \quad [Eq. 3]$$

Onde N_L é o valor médio do índice de resistência à penetração ao longo do



comprimento do fuste, C é o coeficiente característico do solo (indicado na Tabela 3) e N_p é o valor médio do índice de resistência à penetração na ponta da estaca, obtido através de três valores: o valor correspondente ao nível da ponta, o valor imediatamente anterior e o valor imediatamente posterior.

Tabela 3: Valores do coeficiente característico do solo C .

Tipo de solo	C (kPa)
Argila	120
Silte Argiloso *	200
Silte Arenoso *	250
Areia	400
* alteração de rocha (solos residuais)	

Fonte: Décourt e Quaresma (1978).

Na Tabela 4, estão indicados os valores de α e β , referentes ao tipo de solo e de estaca.

Tabela 4: Valores dos coeficientes α e β .

Tipo de solo	Tipos de Estacas				
	Escavada em geral	Escavada com betonina	Hélice Contínua	Raiz	Injetada sob altas pressões
α					
Argilas	0,85	0,85	0,30 *	0,85 *	1,00 *
Solos Intermediários	0,60	0,60	0,30 *	0,60 *	1,00 *
Areias	0,50	0,50	0,30 *	0,50 *	1,00 *
β					
Argilas	0,85 *	0,90 *	1,00 *	1,50 *	3,00 *
Solos Intermediários	0,65 *	0,75 *	1,00 *	1,50 *	3,00 *
Areias	0,50 *	0,60 *	1,00 *	1,50 *	3,00 *

* Valores apenas orientativos diante do reduzido número de dados disponíveis

Fonte: Décourt (1996).

Teixeira (1996), tentando unificar os métodos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978), propõe que o cálculo da capacidade de carga seja feito utilizando outros parâmetros para α e β , por meio da equação:



$$R = R_p + R_L = \alpha N_p A_p + \beta N_L UL \quad [Eq. 3]$$

Sendo N_p o valor médio do índice de resistência à penetração, medido em um intervalo de quatro diâmetros acima da ponta e um diâmetro abaixo e N_L o valor médio do índice de resistência à penetração ao longo de todo o fuste da estaca.

Os valores propostos por Teixeira (1996) para α são decorrentes do solo e do tipo de estaca a ser utilizada, conforme demonstra a Tabela 5.

Tabela 5: Valores do parâmetro α .

Solo (4 < SPT < 40)	Tipo de estaca - α (kPa)			
	Pré-Metálica e perfil metálico	Franki	Escavada acéu aberto	Raiz
Argila Siltosa	110	100	100	100
Silte Argiloso	160	120	110	110
Argila Arenosa	210	160	130	140
Silte Arenoso	260	210	160	160
Areia Argilosa	300	240	200	190
Areia Siltosa	360	300	240	220
Areia	400	340	270	260
Areia com pedregulhos	440	380	310	290

Fonte: Teixeira (1996).

Já os valores sugeridos para o parâmetro β são decorrentes apenas do tipo de estaca, independentemente da composição das camadas do solo, conforme mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Valores do parâmetro β (kPa) (Resistência Lateral).

Tipo de estaca	β (kPa)
Pré-Moldada e Perfil Metálico	4
Franki	5
Hélice Contínua	4
Escavada a céu aberto	4
Raiz	6

Fonte: Teixeira (1996).

Na construção civil, todos os sistemas devem funcionar e trabalhar de forma segura e eficaz. E, para isso, existe o chamado fator de segurança, que nada mais é do que a relação



entre a capacidade de carga de uma estrutura e a tensão admissível do projeto, onde o seu uso garante que a estrutura irá suportar todo o carregamento a ela previsto e dentro de uma margem de segurança. Dessa forma, para que o sistema ocorra de forma segura e eficaz, a carga transmitida ao elemento nunca deverá ser superior à carga admissível. Para isso, a Eq. 4 traz o resumo do cálculo que deverá ser realizado com o uso do fator de segurança para que a estrutura esteja corretamente carregada (GOUVEIA, 2018).

$$Q_{adm} = \frac{Q_c}{F} \quad [Eq. 4]$$

Onde, Q_{adm} é a carga admissível, Q_c é a capacidade de carga e F é o fator de segurança.

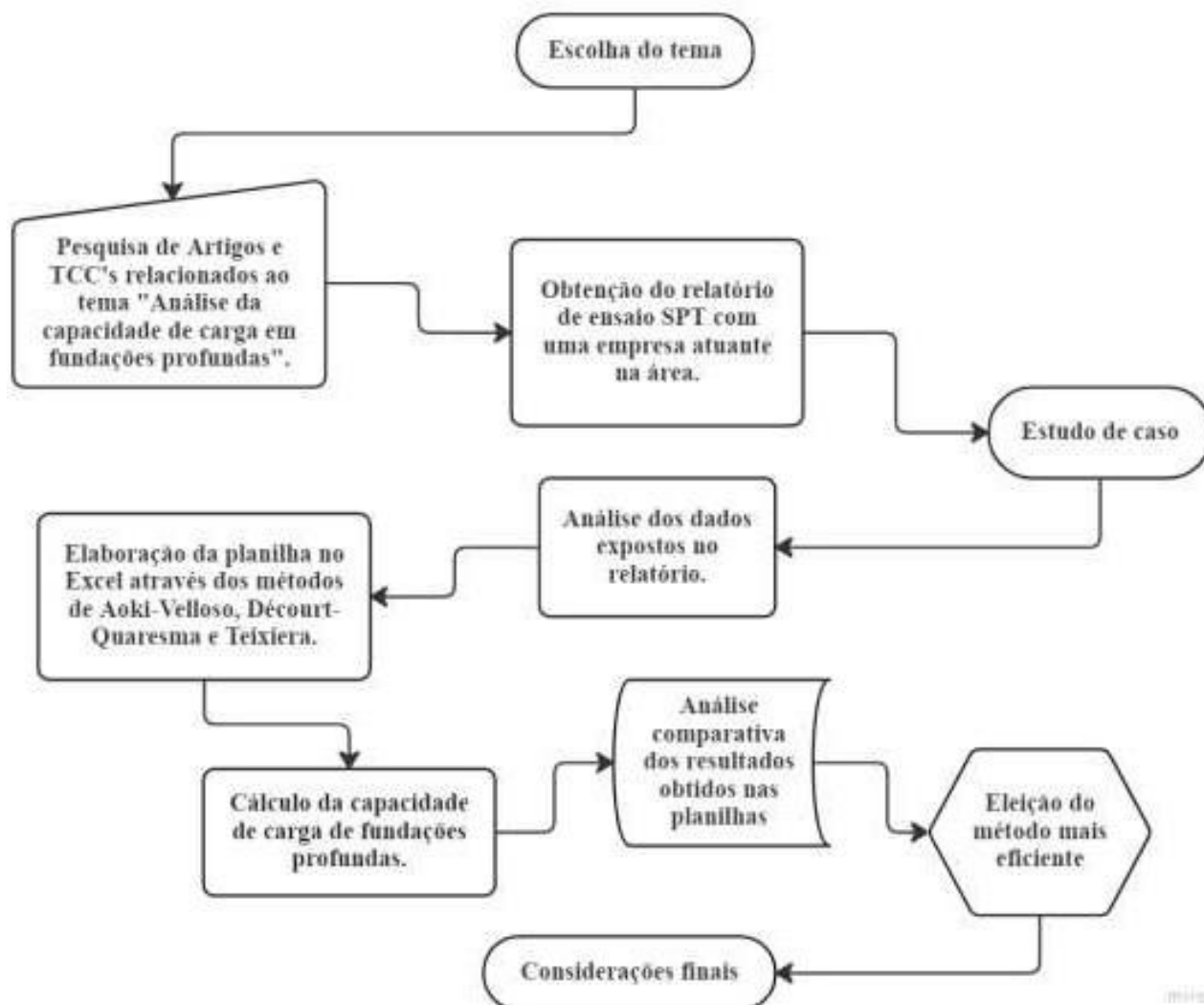
Entretanto, há métodos em que o próprio autor pode definir um fator de segurança ideal, que dependem da forma em que a tensão admissível foi uniformizada pelo mesmo, como é o caso, por exemplo, do método proposto por Décourt-Quaresma para o cálculo da capacidade de carga. Em seu método, é convencional utilizar o fator de segurança igual a 1,3 para resistências laterais e fator de segurança igual a 4 para resistências de ponta. Dessa forma, o cálculo da tensão admissível se dá conforme a Eq. 5 (MARANGON, 2018).

$$Q_{adm} = \frac{Q_p}{4} + \frac{Q_L}{1,3} \quad [Eq. 5]$$

METODOLOGIA

O fluxograma da Figura 1 esquematiza toda a metodologia utilizada no trabalho:

Figura 1: Fluxograma do método de pesquisa.



Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, a metodologia deste trabalho foi dividida nas respectivas etapas listadas a seguir:

- I- Revisão bibliográfica em plataformas como Google Acadêmico, Periódicos (Portal da CAPES), SciELO, Scribd e Internet Archive, em busca de trabalhos, de 2014-2022, para serem tomados como base, cujo



- critério de escolha para essa pesquisa foi o de pertencerem ao tema “Análise da capacidade de carga em fundações profundas”.
- II- Contactar empresas e profissionais atuantes na área de execução de ensaios SPT, com a finalidade de obter um relatório contendo informações técnicas para a realização dos cálculos de dimensionamento e capacidade de carga de fundações;
 - III- Em primeira instância, houve a obtenção de um relatório da sondagem SPT através de uma empresa capacitada, que contém todas as informações necessárias para a realização do presente trabalho.
 - IV- Calcular, a capacidade de carga das fundações de acordo com as referências dos métodos semiempíricos de Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira;
 - V- Fazer a análise comparativa dos resultados obtidos através dos métodos semiempíricos com os valores de capacidade de carga obtidos em campo, dispostos no relatório.

O cálculo da capacidade de carga de fundações foi realizado através de planilhas eletrônicas, seguindo as metodologias de Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos cálculos de capacidade de carga, os gráficos obtidos na comparação dos três métodos para os três furos de sondagem SPT serão analisados, para enfim observar a discrepância entre os métodos e eleger qual deles é o mais eficiente.

Para o SPT 01, tem-se a Tabela 7 exposta a seguir, onde há as curvas obtidas através dos resultados dos cálculos de capacidade de carga dos métodos de Aoki-



Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira.

Tabela 7: Carga Geotécnica Admissível para SPT 01.

Carga Geotécnica Admissível (kN)				
Profundidade	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
1	0,00	0,00	352,02	117,34
2	29,12	10,60	234,68	91,47
3	24,46	7,07	234,68	88,73
4	32,37	39,19	264,84	112,13
5	42,27	69,82	293,11	135,07
6	54,15	104,54	323,27	160,65
7	68,00	143,85	356,26	189,37
8	83,83	187,95	392,45	221,41
9	101,65	238,73	432,03	257,47
10	136,64	296,23	475,12	302,66
11	185,48	358,73	521,77	355,33
12	232,98	425,84	574,55	411,12
13	284,44	500,61	635,81	473,62
14	359,01	584,71	705,38	549,70
15	453,38	676,31	783,14	637,61
16	548,38	767,77	871,29	729,15
17	560,82	867,33	972,00	800,05
18	596,45	980,19	1085,10	887,25
19	682,26	1104,97	1201,50	996,24
20	763,00	1236,39	1321,25	1106,88
21	869,26	1380,41	1448,80	1232,82
22	1110,73	1607,69	1584,12	1434,18
23	1920,09	1809,11	1656,02	1795,07
24	2771,85	2037,51	1821,89	2210,42

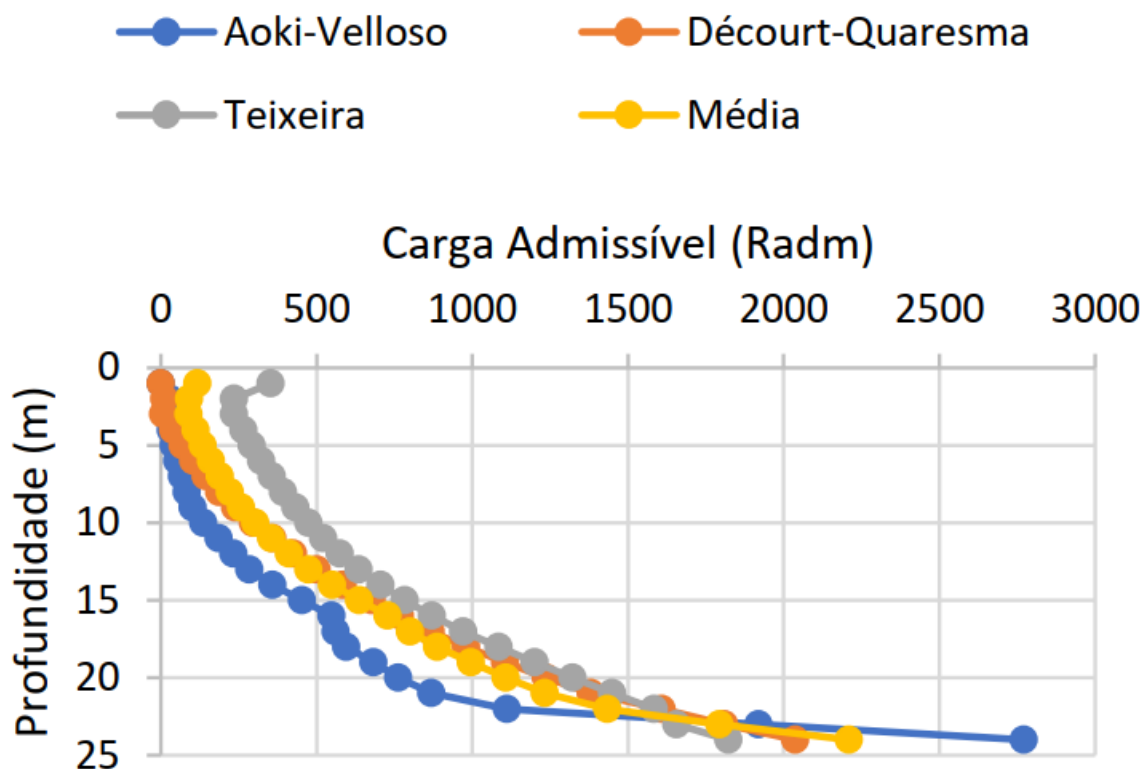
Fonte: Autores (2023)

A partir da Tabela 7, obtém-se a média entre os métodos, onde, na profundidade 24, a média obtida é de 2210,42. Observa-se, através dela, que o valor médio obtido está mais próximo da carga encontrada com o método de Décourt-Quaresma e mais distante da carga encontrada com o método de Aoki-Velloso. Diante disso, tem-se então o gráfico da capacidade de carga para o SPT 01, conforme demonstrado no Gráfico 1.

A partir da observação do Gráfico 1, nota-se que a menor carga admissível foi a da metodologia de Teixeira, onde há uma discrepância de 11% com a carga

admissível de Décourt-Quaresma e de 34% com a carga admissível de Aoki-Velloso. Assim, para o caso de grande discrepância, toma-se os valores mais críticos (menores) entre os métodos. Diante disso, a metodologia que possui as menores cargas, ou seja, a que está em uma situação mais crítica em relação ao todo, é a metodologia de Teixeira.

Gráfico 1: Capacidade de Carga para o SPT 01.



Fonte: Autores (2023).

Para o SPT 02, tem-se a Tabela 8 exposta a seguir, onde há as curvas obtidas através dos resultados dos cálculos de capacidade de carga dos métodos de Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira.



Tabela 8: Carga Geotécnica Admissível para SPT 02.

Carga Geotécnica Admissível (kN)				
Profundidade	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
1	0,00	0,00	254,47	84,82
2	21,84	7,95	169,65	66,48
3	22,48	7,07	169,65	66,40
4	39,65	38,64	192,27	90,19
5	54,50	68,49	215,83	112,94
6	72,31	104,97	245,99	141,09
7	105,32	147,83	282,27	178,48
8	136,99	198,74	324,50	220,08
9	186,82	255,64	375,39	272,62
10	236,30	323,66	434,63	331,53
11	323,10	400,56	504,61	409,43
12	423,41	486,19	585,03	498,21
13	526,33	583,07	680,60	596,67
14	675,47	711,77	793,36	726,87
15	1065,66	857,95	922,95	948,85
16	1491,15	1023,99	1073,74	1196,29
17	2008,22	1193,64	1272,88	1491,58

Fonte: Autores (2023)

A partir da Tabela 8, obtém-se a média entre os métodos, onde, na profundidade 17, a média obtida é de 1491,58. Observa-se, através dela, que o valor médio obtido está mais próximo da carga encontrada com o método de Teixeira e mais distante da carga encontrada com o método de Aoki-Velloso. Diante disso, tem-se então o gráfico da capacidade de carga para o SPT 02, conforme demonstrado no Gráfico 2.

A partir da observação do Gráfico 2, nota-se que a menor carga admissível foi a da metodologia de Décourt-Quaresma, onde há uma discrepância de 6% com a carga admissível de Teixeira e de 41% com a carga admissível de Aoki-Velloso. Assim, para o caso de grande discrepância, toma-se os valores mais críticos (menores) entre os métodos. Diante disso, a metodologia que possui as menores cargas, ou seja, a que está em uma situação mais crítica em relação ao todo, é a

metodologia de Décourt-Quaresma. Para o SPT 03, tem-se a Tabela 9 exposta a seguir, onde há as curvas obtidas através dos resultados dos cálculos de capacidade de carga dos métodos de Aoki-Velloso, Décourt-Quaresma e Teixeira.

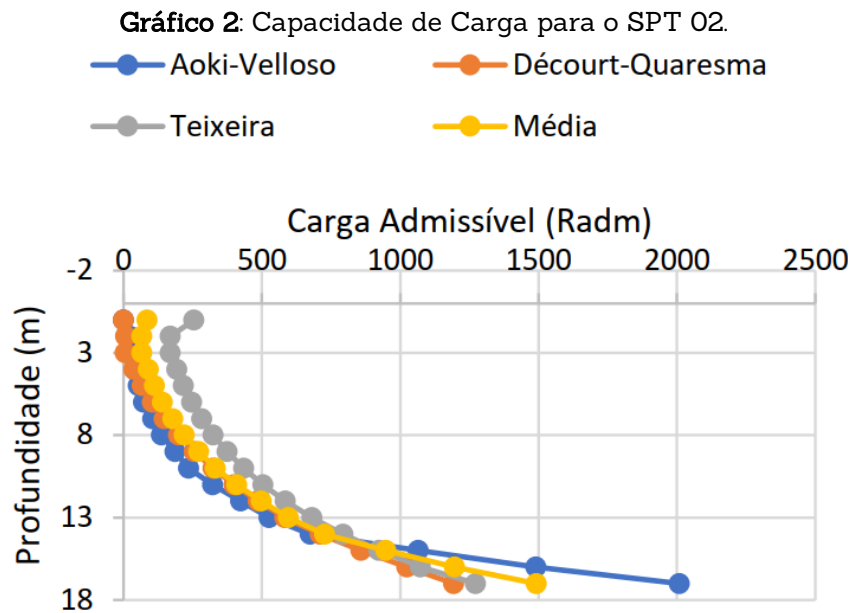


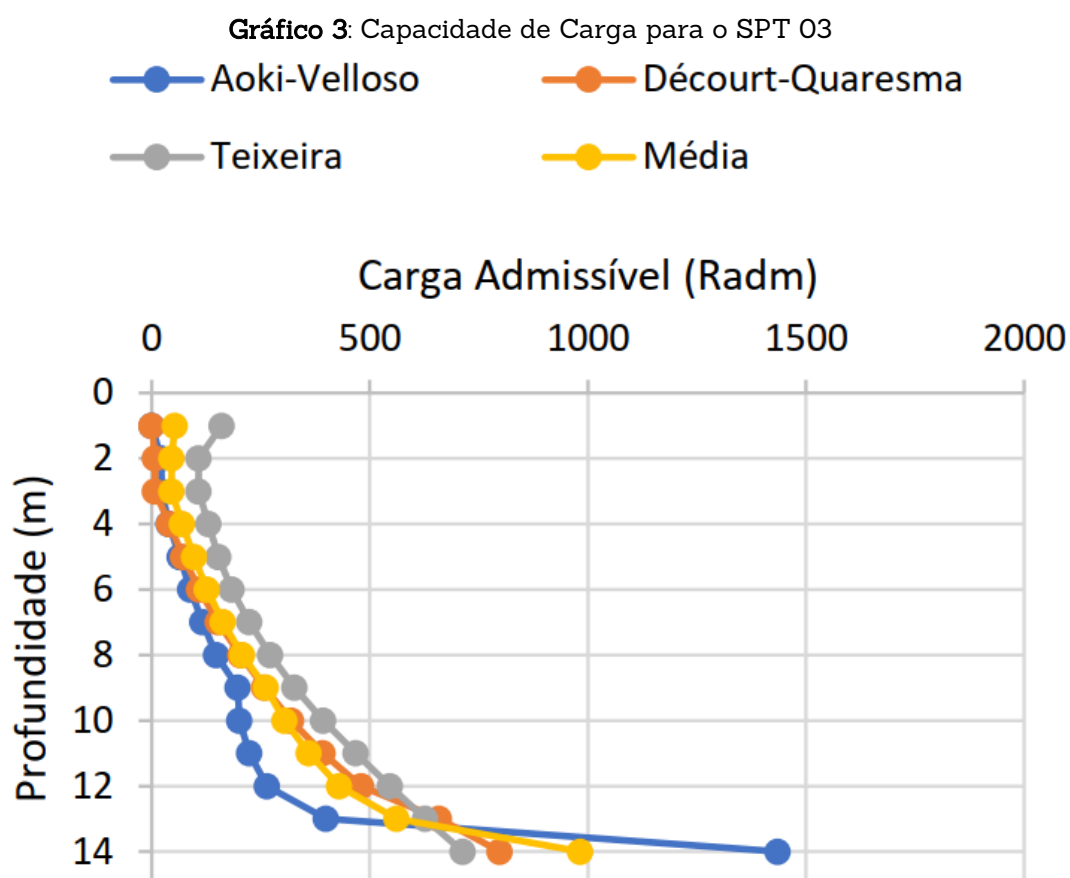
Tabela 9: Carga Geotécnica Admissível para SPT 03.

Profundidade	Carga Geotécnica Admissível (kN)			
	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
1	0,00	0,00	161,16	53,72
2	21,84	7,95	107,44	45,75
3	22,48	7,07	107,44	45,66
4	39,65	40,41	130,06	70,04
5	64,75	72,02	153,62	96,80
6	88,50	108,50	183,78	126,93
7	116,21	151,39	223,37	163,65
8	147,87	203,80	271,62	207,76
9	197,71	258,46	328,17	261,45
10	201,60	320,56	392,80	304,99
11	223,37	391,43	467,96	360,92
12	264,29	481,00	545,87	430,39
13	399,06	658,28	626,74	561,36
14	1435,35	798,30	713,10	982,25

Fonte: Autores (2023).



A partir da Tabela 9, obtém-se a média entre os métodos, onde, na profundidade 14, a média obtida é de 982,25. Observa-se, através dela, que o valor médio obtido está mais próximo da carga encontrada com o método de Décourt-Quaresma e mais distante da carga encontrada com o método de Aoki-Velloso. Diante disso, tem-se então o gráfico da capacidade de carga para o SPT 03, conforme demonstrado no Gráfico 3.



Fonte: Autores (2022).

A partir da observação do Gráfico 3, nota-se que a menor carga admissível foi a da metodologia de Teixeira, onde há uma discrepância de 11% com a carga admissível de Décourt-Quaresma e de 50% com a carga admissível de Aoki-Velloso.



Assim, para o caso de grande discrepância, toma-se os valores mais críticos (menores) entre os métodos. Diante disso, a metodologia que possui as menores cargas, ou seja, a que está em uma situação mais crítica em relação ao todo, é a metodologia de Teixeira.

A partir disso, tem-se o Quadro 1, que mostra a eficiência e a ineficiência de cada metodologia para o solo em questão.

Quadro 1: Análise do perfil do solo.

Metodologia	Eficiente	Ineficiente
Aoki-Velloso (1975)	Siltes de consistências fofa, pouco compacta e medianamente compactas.	Siltes de consistência compacta e muito compacta.
Décourt-Quaresma (1978)	Siltes de consistência compacta e muito compacta.	Siltes de consistências fofa, pouco compacta e medianamente compactas.
Teixeira (1996)	Siltes de consistência compacta e muito compacta.	Siltes de consistências fofa, pouco compacta e medianamente compactas.

Fonte: Autores (2023)

Ao analisar a Quadro 1, observa-se que o método de Aoki-Velloso é eficiente para solos de consistência fofa, enquanto os outros são eficientes para solos de consistência dura. Entretanto, ao fazera análise total do perfil do solo em questão, a metodologia de Teixeira é a mais eficiente entre as três, pois, apesar de não ser eficiente para as regiões em que o solo tem consistência fofa, é a mais eficiente para as regiões em que o solo tem consistência mais compacta, o que acaba por suprimir a deficiência nas regiões de solo fofo.

CONCLUSÕES

De acordo com o que foi calculado, o método de Aoki-Velloso foi o mais ineficiente e conservador, com carga admissível de 2771,85 kN para o SPT 01, 2008,22 kN para o SPT 02 e 1435,35kN para o SPT 03. Dois dos três furos de sondagem SPT, sendo eles SPT 01 e SPT 03, elegeram o método de Teixeira como



o mais eficiente, com carga admissível de 1821,89 kN e 713,10 kN, respectivamente. Somente o SPT 02 elegeu Décourt-Quaresma como o método mais eficiente, com uma carga admissível de 1193,64 kN, pelo fato de o solo em questão ser mais resistente (duro) em comparação ao solo dos outros furos de sondagem SPT.

Em suma, tem-se que o método de Teixeira torna-se o mais eficiente entre os três métodos, principalmente se o solo em questão apresentar uma consistência mais fofa. Em contrapartida, o método mais ineficiente, por unanimidade, foi o de Aoki-Velloso, apresentando valores mais discrepantes, em relação à média, em comparação aos métodos de Décourt-Quaresma e Teixeira. Portanto, podemos concluir que, para um perfil de solo predominante em silte arenoargiloso variando de consistência fofa a pouco compacto, o método que mais se mostra eficiente é o método de Teixeira(1996).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6484**: Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT -Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

AOKI, N.; VELLOSO, D. A. **An approximate method to estimate the bearing capacity of piles**. In: PAN AMERICAN CSMFE, 5., 1975, Buenos Aires. Proceeding. Buenos Aires,1975. v 1, p367-376

ARAÚJO, W. S.; et al. Comparativo entre as fundações profundas estaca escavada e hélice contínua, visando a viabilidade econômica, execucional e segurança estrutural. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, ed. 12, v. 08, p. 119-143, Dezembro de 2018. ISSN: 2448-0959.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N. **Fundações por estacas**: projeto geotécnico. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. p. 96.



DECOURT, L.; QUARESMA, R. **Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT**. In: Anais do CBMSEF. Rio de Janeiro, 1978. v. 1, p. 45 – 53.

FALCONI, F.; et al. **Fundações - teoria e prática**. São Paulo: Editora Pini, 2019. p. 751.

FERREIRA, T. R.; et al. Rotina computacional para a previsão da capacidade de carga em estacas. In: REEC - **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Goiânia, v. 8, n. 3, 2014.

GALVÃO, B. B; et al. Importância da sondagem SPT na construção civil: tipos de sondagem, seus métodos e utilidades. **Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 2, p. 173-178, 2019.

GOUVEIA, L. A. **Análise comparativa da capacidade de carga de estacas hélice contínua por meio de provas de carga e por métodos semiempíricos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2018.

LOPES, L.; MENDES, L. **Análise de solo por meio de sondagem SPT: Estudo de caso de uma residência de dois pavimentos em ambiente urbano**. FEPESMIG, 2020. p.1.

MAGALHÃES, J. L.; SEGRE, T. S. P; URBAN, R. C. Importância de ensaios geotécnicos em obras de pequeno porte: uma abordagem estatística multivariada. **Integração Engenharia**. v. 1, n. 1, p.1-6, 2020.

MARANGON, M. **Unidade 6: capacidade de carga de fundações profundas**. 2018. Apostila de Geotecnia de Fundações – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, MG, 2018.

MONTEIRO, T. M.; et al. Análise de métodos semi-empíricos nacionais e internacionais para determinação da capacidade de carga axial em estacas tipo raiz. **Revista Tecnologia**. v. 38, n. 22 p. 1–16. Fortaleza, 2017.

MOREIRA, C. V. **Análise da confiabilidade de fundações por estacas do tipo hélice contínua através da previsão da capacidade de carga por métodos semi-empíricos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2019.

PENHA, A. V. C.; CARDOSO, B. C. (2021). **A importância de sondagem de solos na**



construção civil publicação. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Unievangélica, Ceres, 2021.

PEREIRA, P. S. **Comparação dos métodos semi-empíricos para previsão da capacidade de carga de estaca hélice contínua com resultado de prova de carga.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, Brasília, 2019.

SILVA, L. M. C. **Análise de métodos semi-empíricos aplicados ao dimensionamento de estacas.** 2016. Monografia de Projeto Final (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2016.

TEIXEIRA, A. H. **Projeto de execução de fundações.** SEFE, 3, v. 1, São Paulo, 1996.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações:** critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.



ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO QUE SOFREU RECALQUE DIFERENCIAL: ESTUDO DE CASO

Thais Maria Morais Pontes¹
Luana Lourenço de Araújo²
Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

Este trabalho refere-se a um estudo de caso feito sobre o afundamento de um edifício/condomínio no município de Ubatuba – SP, que sofreu recalque diferencial. A metodologia utilizada buscava primeiramente conhecer o local e o objeto de estudo e posteriormente as causas que levaram ao desabamento de um dos blocos do prédio. Dessa maneira, foram analisados outros trabalhos já escritos a respeito desta mesma temática, assim como reportagens e opiniões de engenheiros profissionais da área. Logo, segundo o que foi apanhado ficou entendido que o acidente se deu em razão da péssima qualidade do solo em que a obra foi construída, bem como da falta de investigação geotécnica especializada em detectar as deficiências do subsolo. Por esse motivo, ocorreu o recalque diferencial na estrutura que acabou sendo classificada como irrecuperável, em razão de fatores financeiros, técnicos e naturais.

Palavras-chave: Recalque, investigação, subsolo.

ABSTRACT

This paper refers to a case study on the sinking of a building/condominium in the city of Ubatuba - SP, which suffered differential repression. The methodology used sought first to know the place and object of study and later the causes that led to the collapse of one of the blocks of the building. In this way, other works already written about this same theme were analyzed, as well as reports and opinions of professional engineers in the area. Therefore, according to what was gathered, it was understood that the accident was due to the poor quality of the soil on which the work was built, as well as the lack of specialized geotechnical investigation to detect the deficiencies of the subsoil. For this reason, there was a differential settlement in the structure that ended up being classified as irrecoverable, due to financial, technical, and natural factors.

Keywords: Repression, investigation, subsoil.

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, thais.pontes@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, luana.lourenco@discente.ufma.br

³ Professor Mestre, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



INTRODUÇÃO

Para Sampaio (2017), muitos construtores nos últimos anos foram impulsionados em investir no ramo das edificações em razão do desenvolvimento econômico sofrido pelo país nessa área. No entanto, devido ao crescimento no número de construções o aumento nos casos de problemas relacionados a estrutura das obras também cresceu, levando a necessidade de estudos e pesquisas relacionados a investigar patologias.

Segundo Milititsky, Consoli e Schnaid (2015), episódios de manifestações patológicas têm sido encontrado e reportado de forma frequente tanto no âmbito nacional como internacional. Logo, devido os percalços ocasionados pelo surgimento de patologias ou fundações más desempenhadas, é nítida a importância de pesquisas e estudos que busquem identificá-las e solucioná-las rapidamente e sem prejuízos.

Para Velloso e Lopes (2010), pode-se afirmar que no Brasil as técnicas para fundações não estão recebendo a devida atenção, isso pode ser embasado em razão do pequeno número de conceitos científicos e gerais que são utilizados na aplicação das técnicas para fundações.

Este artigo busca apresentar e analisar um estudo de caso referente a um prédio que sofreu recalque diferencial e tombou em Ubatuba, município de São Paulo, e assim propor alternativas mitigadoras que visem evitar problemas dessa natureza.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Manifestações patológicas devidos problemas na fundação

De acordo com Helene (1992), patologia pode ser entendida como parte da engenharia que visa estudar e analisar as deformações, causas, sintomas e origens de anomalias nas construções, ou seja, tudo que está relacionado a degradação de



um edifício.

Segundo Milititsky *et al.*, (2015), ao construir uma edificação, tem-se que as cargas de toda estrutura são transmitidas para a fundação e conseqüentemente para o solo, dessa forma podem existir várias manifestações de patológicas em edificações que estão associadas a diferentes causas. No entanto, destaca-se que as mais comuns são recalque diferencial e investigação inadequada do subsolo.

Moura (2016), denomina recalque como:

A deformação que ocorre no solo quando submetido a cargas. Essa deformação provoca movimentação na fundação que, dependendo da intensidade, pode resultar em sérios danos a superestrutura. (MOURA, 2016, p. 3).

Algumas das causas de alterações em fundações é dada por Milititsky *et al.*, (2015): Falhas nas investigações geotécnicas, erros nos resultados e interpretações dos resultados dos estudos, adoção errada de tensão admissível do solo ou da fundação, falhas em cálculos ou dimensionamento, entre outros fatores.

Segundo Vargas (1998), as fundações não são as únicas responsáveis pelo recalque, mas por uma gama de fatores. Dois exemplos comuns são: sobreposição de pressões e abaixamento do lençol freático. Ademais, Silva (2008) destaca que de acordo com seus estudos, vale destacar as seguintes situações que podem influenciar no aparecimento de recalque em uma edificação. São elas:

- Cargas dinâmicas que estão relacionadas as vibrações;
- Abertura de escavações e novas estruturas;
- Erosão do solo;
- Modificações nas características do solo;
- Rebaixamento do lençol freático.

Outro aspecto relevante, conforme Milititsky *et al.* (2015) cita que o



aparecimento de fissuras nas edificações pode ser entendido como uma ocorrência de deslocamento de fundação. Em outras palavras, ocorre quando a resistência dos constituintes da estrutura é superior as tensões geradas pela movimentação da fundação.

De acordo com Verçozza (1991), o problema mais comum em edificações é o recalque diferencial. Isso se dá, pois, muitas vezes, o terreno possui uma heterogeneidade em suas características físicas. Na prática, pode ser entendido da seguinte maneira, ao cravar uma estaca em um determinado ponto, observa-se uma resistência do solo maior que ao comparar com outra estaca cravada em outro ponto em uma distância considerada. Esse fato resulta em recalques em diferentes alturas.

Além do mais, Milititsky et al. (2015) destaca três principais consequências das manifestações patológicas em fundações. São elas: danos arquitetônicos que não afetam a estrutura da edificação; danos funcionais que provocam mau funcionamento das instalações na edificação e danos estruturais, os quais provocam instabilidade na estrutura, podendo até haver esforços para evitar colapso na estrutura.

A norma ABNT NBR 6122 (ABNT, 201), que trata sobre projeto e execução de fundações, ressalta sobre a importância de fazer a investigação geotécnica, geológica e observações locais das características do solo, sendo essas investigações no campo, realização de estudos e análises físico-química dele. Sendo ainda mais, caso necessário para saciar dúvidas, a realização de investigações complementares por meio de ensaios do solo, para tal, tornar sólido os estudos.

Importância da investigação do subsolo para uma fundação

Para Milititsky et al. (2015), a falha ou ausência de investigação do subsolo é



um dos fatores determinantes para problemas em fundações, visto que o solo é a base que vai resistir as cargas que serão aplicadas com a construção, portanto é necessário conhecer as características, identificações e comportamento do ambiente para que se consiga solucionar e até mesmo evitar qualquer tipo de obstáculo.

Segundo Velloso e Lopes (2010), é de suma importância que o responsável pelas fundações de uma obra, o projetista, esteja envolvido no processo de investigação do subsolo, o que infelizmente nem sempre acontece. O responsável pela edificação deve possuir as informações a respeito da estrutura da construção e analisar um conjunto de sondagens preliminares e complementares a serem realizadas, antes da concretização da fundação.

A respeito dos estudos e avaliações sobre as características do subsolo, no qual será realizada uma construção, basicamente se leva em consideração sondagens mais simples e de fácil reconhecimento, como a sondagem à percussão. Porém, dependendo do tipo de obra a ser realizada, é preciso aprofundar mais as pesquisas e os conhecimentos, para que se realize outros modelos de investigações, como poços ou ensaios de penetração (BARROS, 2003).

Sendo assim, de início com um bom planejamento e estudo é possível identificar solos com comportamentos colapsíveis, expansivos e em adensamento, por isso na fase preliminar das inspeções, a partir de ensaios especiais e característicos das reações e influências nas fundações (MILITITISKY *et al.*, 2015).

De acordo com Sampaio (2017), as pesquisas referentes as caracterizações do subsolo devem apresentar resultados suficientes para uma explanação adequada das propriedades do terreno e uma aferição compreensíveis dos valores dos parâmetros que foram admitidos no processo de dimensionamento.

Por fim, segundo Alonso (2019), ressalta-se que um projeto de obra de



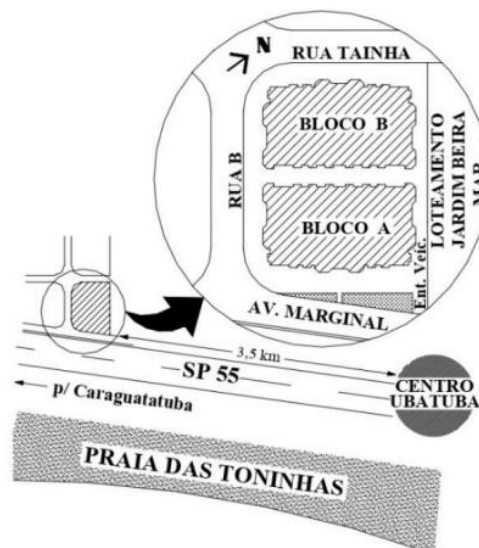
fundações só é finalizado quando a execução das fundações é concluída, visto que por se trabalhar com o solo, algo que não é fabricável, é preciso atentar-se as nuances da natureza, logo sua capacidade de suportar cargas e de deformação geralmente podem ser afetadas pelo método executivo da investigação.

METODOLOGIA

O presente artigo foi elaborado a partir de uma revisão bibliográfica, onde foram feitas pesquisas e colhidas informações sobre as manifestações patológicas derivadas de recalques diferenciais em fundações. Onde para a coleta de dados foram utilizados materiais como livros, teses, dissertações, reportagens, trabalhos técnicos e científicos, artigos e revistas.

O estudo de caso analisado foi o condomínio Anêmona que se localizava em Ubatuba região litorânea de São Paulo, particularmente na praia de Toninhas, como na Figura 1.

Figura 1: Localização do condomínio.

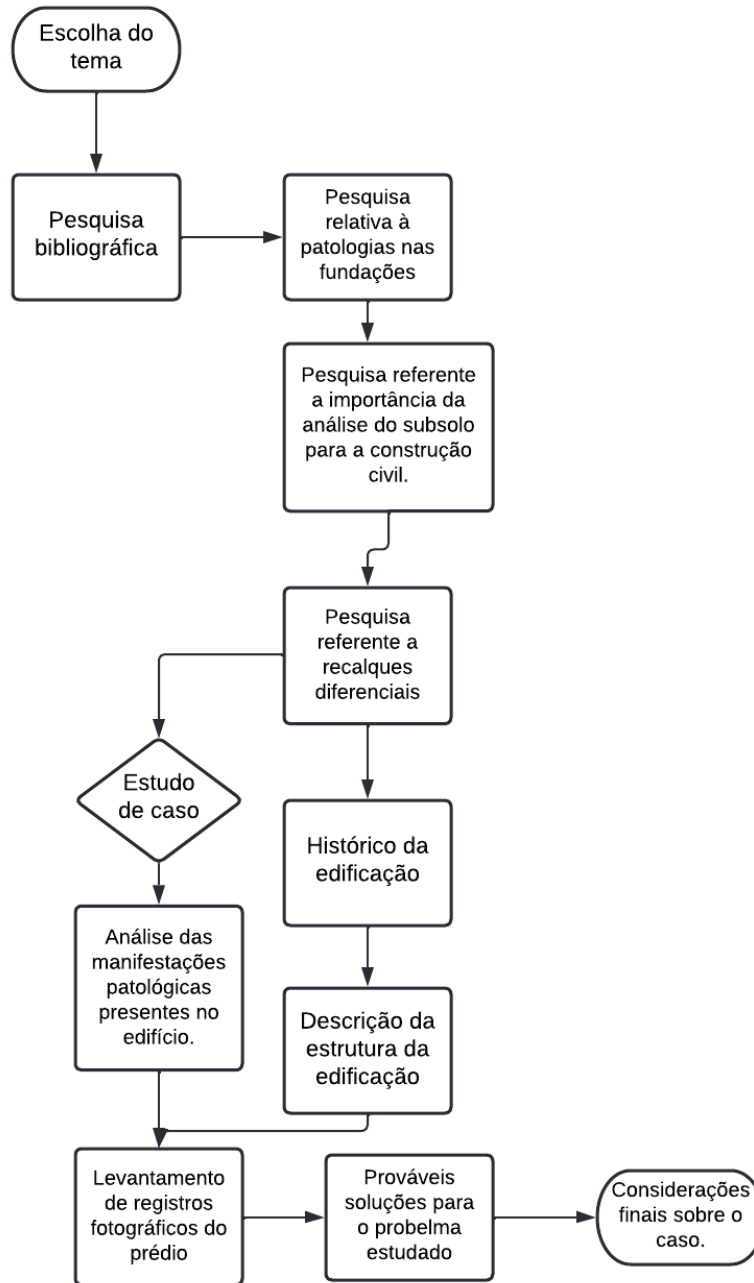


Fonte: Souza (2003).

O objetivo principal do trabalho era investigar e/ou explorar a incidência de manifestações patológicas na edificação que teve parte da sua estrutura afundada.

As etapas desta pesquisa foram organizadas no Fluxograma 1.

Fluxograma 1: Etapas do trabalho.



Fonte: do autor (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES



Apresentação do edifício Anêmona

Segundo Souza (2003), o Condomínio Anêmona, foi inaugurado na década de 90, especificamente no final de 1993, por uma empresa chamada “Construtora e Incorporadora Técnica Ltda” tendo esta companhia apresentado vários problemas financeiros que acabaram levando a mesma a falência dois anos depois da idealização do condomínio em Ubatuba. Após contratos de financiamento com bancos e quitação de dívidas com uma outra construtora responsável, as obras do “Anêmona” foram continuadas e os apartamentos entregues aos donos em meados de março de 2001. A Figura 2 abaixo mostra como seria a fachada do condomínio segundo os folhetos de propaganda da época.

Figura 2: Propagando do “Anêmona”.



Fonte: Souza (2003).

O edifício era dividido em dois blocos, A e B, sendo de seis andares cada um e com 48 apartamentos igualmente distribuídos em uma área construída de 3837 m². O condomínio encontrava-se na cidade de Ubatuba – SP no bairro das Toninhas (PACHECO, 2014).

Em relação a fundação do prédio sabe-se que foram utilizadas estacas pré-



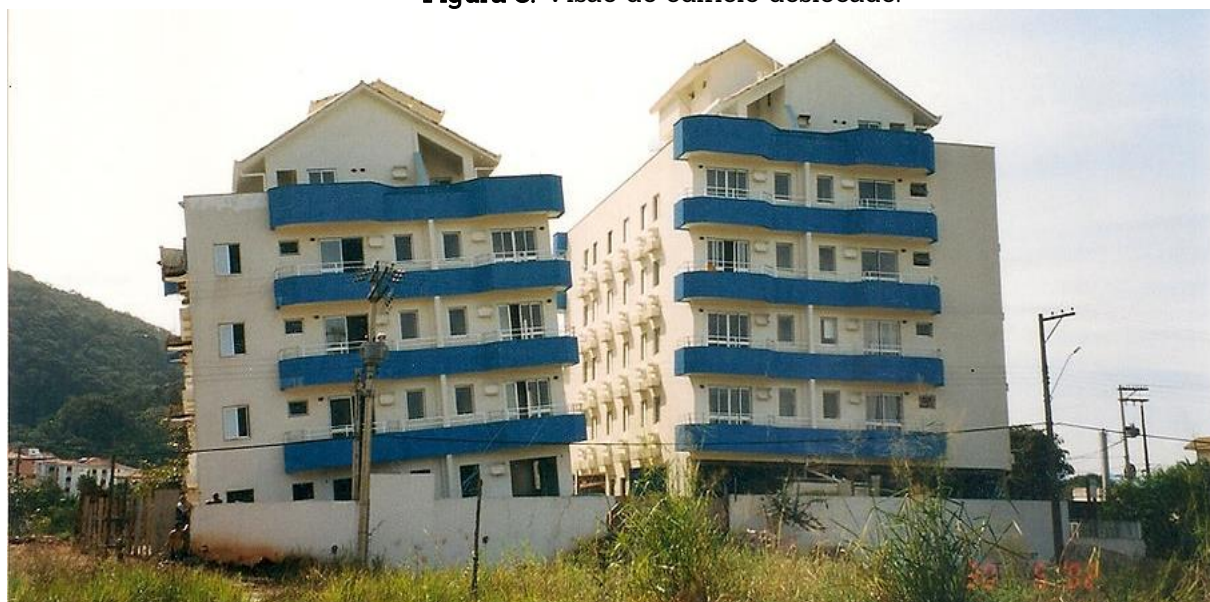
moldadas com aproximadamente 30 cm de diâmetro até a cota de 25 metros assim como previa o projeto inicial (SOUZA, 2003).

Com o objetivo de evitar alagamentos provenientes de um córrego que passava perto da construção, foi elaborado um aterro que buscava elevar o nível do terreno em dois metros, a partir disso também foi possível a construção de uma rua no local já que a água córrego foi canalizada (SOUZA, 2003).

Descrição do problema / desabamento

No dia 17 de maio de 2001 o bloco b do prédio anêmona colapsou de forma parcial, cerca de dois metros até se acomodar sobre o solo, provocando o seu desalinhamento em dois metros e meio, conforme a Figura 3. O pavimento do térreo foi danificado, no entanto os demais pisos permaneceram sem alterações, em razão do número mínimo de fissuras, trincas ou outras anomalias foi pensado na possibilidade de uma recuperação (RODRIGUES; QUARESMA, 2020).

Figura 3: Visão do edifício deslocado.



Fonte: Engestac (2017).

Segundo relatos, dias após o acidente o piso do estacionamento do bloco B



deslocou-se cerca de 30 cm, a princípio conforme diz Souza (2003), acreditava-se que tal acontecido seria decorrente de uma compactação excessiva do aterro, o que posteriormente foi consertado com a adição de mais solo para que se ficasse no nível projetado.

O bloco A também começou a apresentar problemas semelhantes ao bloco vizinho, porém tais complicações eram menos expressivas e foram prontamente resolvidas.

Para Souza (2003), com o desabamento do edifício o solo sofreu uma expansão resultante da compressão, o que nos leva a concluir que o solo em questão é muito flexível e conseqüentemente compressível.

Tal problemática pode ser observada na figura 4, onde percebemos o piso recalçado, ou seja, entende-se que houve movimentação do solo pois sua composição era desfavorável para a fundação empregada na construção (RODRIGUES; QUARESMA, 2020).

Figura 4: Recalque no piso do estacionamento.



Fonte: Maffei Engenharia (2001, apud SOUZA, 2003).

Motivos do acidente



É preciso entender que a natureza do solo é instável, no caso do terreno em que foi construído o edifício Anêmona a região era muito suscetível ao adensamento em virtude de carregamento vertical, como foi realizado um aterro na base da construção que posteriormente precisou ser acrescido de mais material, o que acabou contribuindo para o recalque diferencial pouco antes do colapso do prédio (SOUZA, 2003).

Em concordância com Santos (2014), o terreno da construção é composto de uma camada argilosa marinha siltosa, ou seja, é um solo mole e muito plástico, que ao ser exposto a tensões é saturado gerando tensões horizontais. Embora, na fundação tenham sido usadas estacas pré-moldadas e armadas, elas não foram dimensionadas corretamente para sustentar os esforços sobre a camada argilosa pois quando o adensamento foi maior as estacas romperam.

O laudo elaborado pela Caixa Econômica Federal, apontou que o afundamento dos blocos do Anêmona foi causado devido a péssima qualidade do solo. Engenheiros e a Defesa Civil atestaram que o solo é apropriado a problemas dessa natureza (FARIAS, 2001).

De acordo com Fé (2019), logo após o desabamento foram iniciadas a investigação das causas, tal trabalho foi executado pela empresa Túzzulo Engenharia de Sondagens Ltda, que é especializada em situações deste tipo. Para análise realizaram-se ensaios do tipo SPT, sendo estes ineficientes, visto que a quantidade de furos era desprezível em razão da área do terreno. Dessa forma, com base em estudos e uso de software foi possível traçar o perfil geotécnico da região, demonstrado na Figura 5.

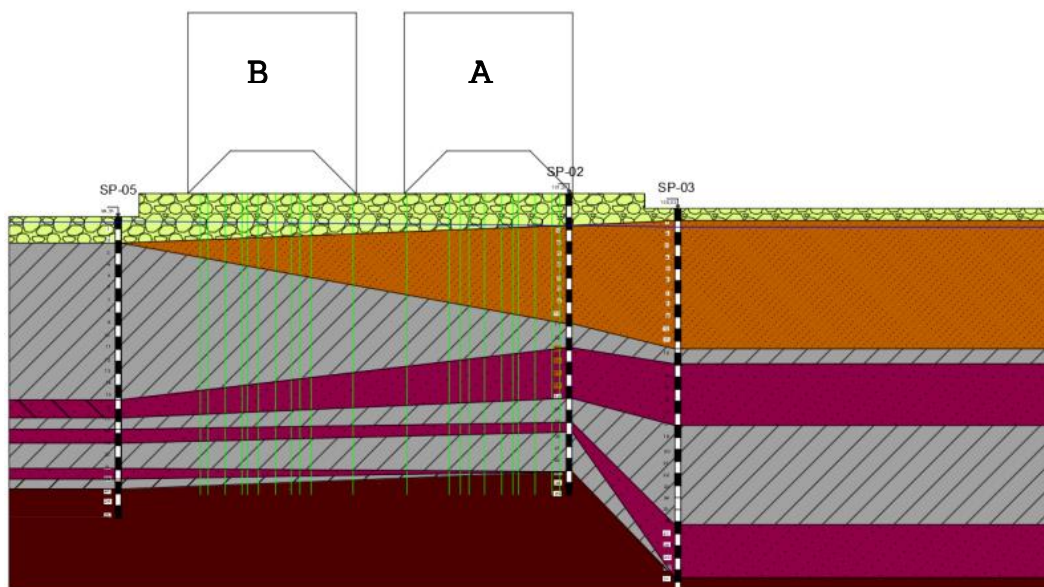
As cores da imagem podem ser interpretadas da seguinte maneira: cinza = argila marinha, laranja = areia média grossa, roxa = areia fofa e marrom = solo compactado. Pela disposição da obra percebe-se que o declínio do edifício foi



resultante da má qualidade do solo da região, já que a parte frontal do terreno apresenta melhores condições de resistência se comparada ao tipo de solo que se encontra no fundo da fundação (FÉ, 2019).

A partir disso concluímos que apenas o bloco B sofreu recalque pois este se encontrava em cima da pior parte do subsolo.

Figura 5: Perfil geotécnico do solo da região.



Fonte: FÉ (2019).

Possíveis soluções para o problema

Depois da divulgação do laudo técnico sobre o estado do condomínio, por decisão unânime foi determinado a sua recuperação, a priori a ideia era reerguer o prédio utilizando macacos hidráulicos sustentados por fundações provisórias na parte externa do edifício com a ajuda de uma estrutura de metal. Após essa etapa de elevação da construção, o intuito era reconstruir as fundações assim como as vigas e os pilares que estavam comprometidos (SOUZA, 2003).

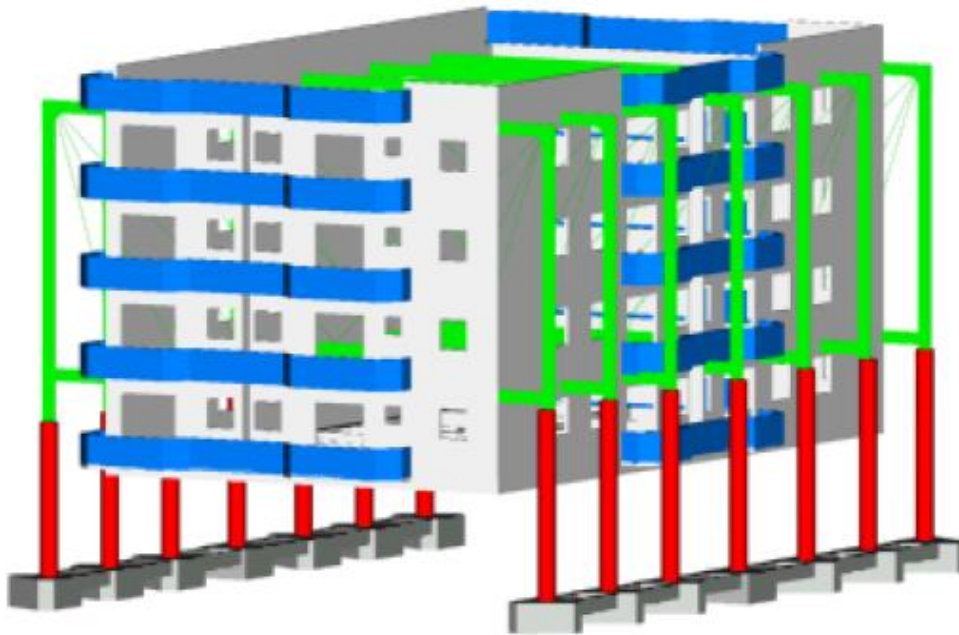
No que se refere as fundações provisórias, estas foram executadas, porém além do preço exorbitante durante processos de sondagem foi identificado que a



partir de 25 metros abaixo do solo ele era impenetrável, apesar de averiguações anteriores indicarem esta condição para uma profundidade maior, porém como o objetivo era deixar a estrutura mais rígida foram montadas pretensões nas paredes do primeiro pavimento, onde a força e a tensão seriam maiores (SANTOS, 2014).

Segundo Souza (2003), para levantar toda a estrutura e reposicioná-la seriam necessários no mínimo dois meses de trabalho, e havia uma grande possibilidade de a estrutura não ficar posicionada no local inicial, para evitar isso a proposta era construir novas fundações, vigas e pilares. Na Figura 6 tem-se como seria o provável posicionamento da estrutura após a sua suspensão.

Figura 6: Reposicionamento da estrutura.



Fonte: Souza (2003).

De acordo com Fé (2019), mesmo com a utilização de métodos numéricos e modelagens computacionais, ainda não foi desenvolvido ou encontrado uma metodologia que funcione para o caso do edifício Anêmona, pois o fenômeno é muito complexo e difícil de ser solucionado em razão dos particulares e influências



do solo.

A partir das sugestões de reabilitação do Anêmona compreende-se que o projeto seria inviável, visto as condições do solo e suas imprevisibilidades, o orçamento grandioso para a recuperação do edifício e a burocracia para conseguir crédito suficiente para a restauração, além do tempo, mão de obra e materiais consideráveis para a solução do problema, portanto apenas o bloco A poderia ser habitável, como mostra a Figura 7, o edifício atualmente.

Figura 7: Edifício Anêmona atualmente.



Fonte: Booking (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a partir do que foi explanado, é necessário reafirmar a importância da análise e investigação geotécnica previamente antes de executar construções residenciais de grande porte. A fim de evitar transtornos, acidentes e prejuízos e financeiros.



Logo, o caso do Condomínio Anêmona demonstra que a ausência de planejamento pode levar um edifício inteiro a colapsar e ainda comprometer construções próximas.

Nesta situação foi possível identificar uma deformação, o recalque diferencial, pois a fundação sofreu um afundamento em razão das tensões horizontais que contribuíram para a ruptura das estacas de sustentação, visto que o solo apresentava características impróprias para aquele tipo de construção.

Diante da problemática foram estudados métodos de recuperação da estrutura e de estabilização do recalque, no entanto segundo os autores referenciados não foi possível encontrar uma maneira que fosse totalmente eficaz e segura.

Por fim, a partir do que foi apresentado encerra-se com os seguintes comentários: o principal motivo do desabamento do prédio está associado a falta de estudo do solo, assim como a omissão de sondagens que permitissem a escolha da fundação adequada para aquele tipo de subsolo, para que se pudesse garantir segurança as residentes.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e controle das fundações**: uma introdução ao controle da qualidade em fundações. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6122/2010: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2003.

BARROS, Mercia. **Fundações**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

FARIAS, Caroline. Solo ruim afundou prédios em Ubatuba, afirma CEF. **Folha de São Paulo, São José dos Campos, Sábado, 21 de junho de 2001**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/vale/vl2107200106.htm#:~:text=A%20CEF%20C>



[aixa%20Econ%C3%B4mica%20Federal.pela%20qualidade%20impr%C3%B3pria%20do%20solo..](#) Acesso em 19 de julho de 2022.

FÉ, Gabriela Ernandes Silva Santa. **Avaliação da solicitação lateral em estacas. Estudo paramétrico a partir do caso do Condomínio Anêmona, Ubatuba/SP. 2019.** 125 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2019.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo César; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações.** 2. ed. São Paulo: Oficina dos textos, 2015.

MOURA, Ana Paula. **Fundações e obras de terra.** 2016. Apresentação do Power Point. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2016/08/AULA04-RECALQUES.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.

PACHECO, Rodrigo. **Estudo de Caso – Condomínio Anêmona, Ubatuba – Recalque de Estrutura.** Slideshare, 03 de novembro de 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/rodrpacheco/estudo-de-caso-condomnio-anmona-ubatuba-recalque-de-estrutura>. Acesso em: 19 jul. 2022.

RODRIGUES, Ricardo Marques; QUARESMA, José Eduardo. Patologia – recalque diferencial em fundação. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v.8, n. 202, 2020.

SAMPAIO, Glayson Barbosa. **Análise das patologias nas fundações oriundas de recalque diferencial através de um estudo de caso.** Belo Horizonte: Construindo, p. 16-26, 2017.

SANTOS, Guilherme Veloso dos. **Patologias devido ao recalque diferencial em fundações.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas do UniCEUB, Brasília, 2014.

SILVA JUNIOR, Francisco Cerqueira dA. **Uma revisão sobre as manifestações patológicas mais frequentes em fundações de concreto de edificações.** Universidade Estadual de Feira de Santana Departamento de Tecnologia, Feira de Santana – Bahia, 2008.



SOUZA, Eduardo Gimenez de. **Colapso de edifício por ruptura das estacas: estudo das causas e da recuperação**. 2003. 115 f. Tese (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

VARGAS, Milton. **Introdução à mecânica dos solos**. São Paulo: Makron, 1978.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações**: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das edificações**. 10. ed. Porto Alegre: Sangra, 1991.



ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA EM EDIFICAÇÃO HOSPITALAR EM SÃO LUÍS- MA

Lara Lorranny de Araujo e Silva¹

Ana Claudia dos Passos Mendonça Muniz²

RESUMO

Todas as edificações necessitam de manutenção para que as mesmas atendam às necessidades dos usuários. Nesse caso as edificações hospitalares não são diferentes, pois esses órgãos são responsáveis por tratar as enfermidades e dar as devidas assistências. Com o passar do tempo os prédios tendem a possuir problemas patológicos, originados de diversas formas, seja ele através de excesso de umidade, materiais com qualidade ruim, erros no projeto, má execução, entre outros. Dessa forma o objetivo do trabalho é analisar as manifestações patológicas em uma edificação hospitalar, em relação aos principais problemas patológicos encontrados no local, as suas possíveis causas e consequências que as mesmas trazem para a edificação. Além disso o trabalho busca fazer a verificação do grau de risco em que as manifestações estão inseridas, como forma de colaborar com a segurança do local. Para a realização do estudo, foram realizadas análises com base em fichas técnicas que irão facilitar o estudo de caso, com a apresentação de registros fotográficos e suas respectivas análises.

Palavras-chave: Manifestação Patológica. Edificação hospitalar. Manutenção.

ABSTRACT

All buildings require maintenance so that they meet the needs of users. In this case, hospital buildings are no different, as these bodies are responsible for treating illnesses and providing the necessary assistance. Over time, buildings tend to have pathological problems, originating in different ways, be it through excessive humidity, poor quality materials, design errors, poor execution, among others. In this way, the objective of this work is to analyze the pathological manifestations in a hospital building, in relation to the main pathological problems found in the place, their possible causes and consequences that they bring to the building. In addition, the work seeks to verify the degree of risk in which the demonstrations are inserted, as a way of collaborating with the security of the place. To carry out the study, analyzes were carried out based on technical sheets that will facilitate the case

¹Aluna Bacharel em Engenharia Civil

²Orientador – Especialista em Construções Civas e em Gerenciamento de Projetos–
ana004611@ceuma.com.br



study, with the presentation of photographic records and their respective analyses.

Keywords: Pathological Manifestation. Hospital building. Maintenance.

1 INTRODUÇÃO

Em se tratando das edificações hospitalares e que as mesmas possuem um tempo de vida útil, é importante ressaltar que as manutenções são essenciais para manter as características estruturais e preservar o conforto e segurança do usuário. Ademais grande parte das edificações apresentam problemas de manifestações patológicas, que em muitos casos surgem devido a uma má execução ou execução equivocada devido a qualidade dos materiais e por falha de projeto.

A principal função dos órgãos de saúde é tratar as enfermidades dos pacientes que os procuram, nesse caso o espaço em que é efetuado o atendimento e procedimentos devem possuir as características básicas de habitabilidade. Nos últimos anos, devido a vinda na pandemia as edificações tiveram que se adaptar e se preocupar ainda mais com o alto índice de contaminação, nesse caso novas alas foram direcionadas a pessoas infectadas. Toda essa organização demanda mudanças ou expansão estruturais em um pequeno intervalo de tempo, devido a necessidade de se adaptar o mais rápido possível a nova realidade, pois os problemas ligados ao aparecimento de manifestações patológicas foram mais evidentes frequentes.

Dessa forma é relevante que o estudo das manifestações patológicas seja realizado, como forma de identificar seus principais sintomas dentro do contexto hospitalar e as suas principais causas. Com isso o objetivo do trabalho é analisar as manifestações patológicas em uma edificação hospitalar, os principais problemas patológicos encontrados no local, as suas possíveis causas e consequências que as mesmas trazem para a edificação. Além disso o trabalho busca fazer a verificação do grau de risco em que as manifestações estão inseridas, como forma de colaborar



com segurança do local.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITO DE PATOLOGIA

De acordo Weimer et al. (2018), define-se patologia como a área responsável pelo estudo de como as manifestações patológicas surgem e de que forma ela prejudica as edificações. Assim como na medicina, a patologia utiliza nomenclaturas que são utilizados nas edificações, por exemplo, o termo “profilaxia” que faz referência a um conjunto de precauções que devem ser tomadas para evitar a propagação das manifestações. “Diagnóstico”, diz respeito a identificação das causas e da origem dos mecanismos de formação e da sua gravidade. “Terapia”, diz respeito ao tratamento, ou seja, trata-se da correção do problema. “Prognóstico” considera a previsão de como será a evolução do problema, com base nos critérios relatados pelo diagnóstico e terapia. Por fim tem-se a “Anamnese”, que irá identificar todo o histórico da manifestação patológica, com o intuito de lembrar todos os fatos ligados ao problema.

Segundo Bauermann (2018), as manifestações patológicas envolvendo edificações tem se tornado um tema importante nas construções atuais. A expectativa do profissional que projeta um ambiente é que possa cumprir a funcionalidade requerida, transferindo aos clientes segurança, conforto e bem-estar.

Toda edificação necessita de reparos, para que as mesmas atendam a demanda dos usuários durante muitos anos, resistindo a agentes ambientais e de uso que alteram as suas propriedades técnicas iniciais. Conforme a ABNT NBR 5674 (ABNT, 2012), as manutenções são essenciais para manter as características da edificação, nesse caso elas não podem ser feitas de qualquer maneira, ou seja, esses serviços devem ser tratados com prioridade, onde as programações são essenciais para a preservação do valor patrimonial.



2.2 FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS

As manifestações patológicas que provocam as fissuras, trincas e rachaduras, são normalmente encontradas em elementos estruturais como nas alvenarias, pilares, vigas, lajes, pisos, entre outros, onde uma das principais correlações do problema se trata do aumento de tensões nos materiais. Como forma de identificar os tipos de fissuras a Tabela 1 correlaciona o tipo de patologia com a sua margem de abertura apresentada em milímetros e a seguir na Figura 1 é possível identificar um tipo de fissura muito recorrente em argamassa. Logo, quando um material recebe uma solicitação maior do que sua resistência, o material acaba falhando e gerando fissuras, trincas, rachaduras, entre outros (OLIVEIRA, 2012).

Tabela 1: Classificação das fissuras, trincas e rachadura.

Tipo de Patologia	Abertura (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012).

Figura 1: Fissura em argamassa.



Fonte: Braga (2010, p. 18).

Em se tratando das patologias que atingem as alvenarias, as mesmas podem ser originadas de diversas formas, fazendo com que os principais requisitos a serem garantidos de uma edificação sejam atingidos, que são: segurança estrutural, estanqueidade da água, conforto térmico, conforto acústico e durabilidade. Outro

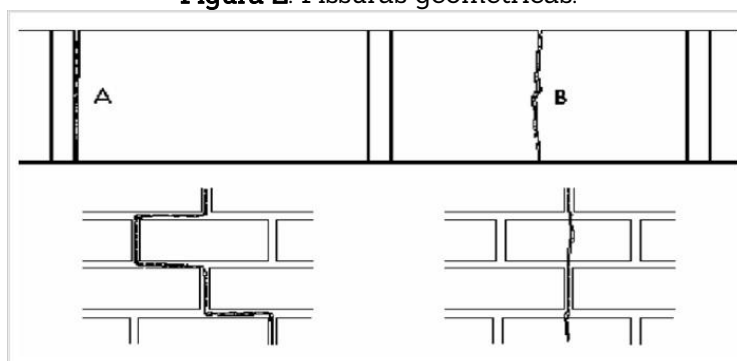


fator relevante, é que as fissuras se referem a um aviso da própria estrutura de que algo não está em conformidade, nesse caso para evitar esses tipos de problemas, tais anomalias devem ser prevenidas e, caso ocorra, devem ser tratadas (CAPORRINO, 2018).

Segundo Vitório (2003), as fissuras ativas são ocasionadas devido a ações de magnitude variáveis, que também provocam ações variáveis no concreto, convém frisar que esse tipo de fissura normalmente acontece devido a variações de temperatura e por flexão das ações dinâmicas, no qual diz respeito aos movimentos e conseqüentemente os seus efeitos. Já as fissuras passivas são aquelas que alcançam sua amplitude máxima e se estabilizam, como é o caso das fissuras originadas de recalque diferencial e retração hidráulica.

As fissuras ainda podem ser classificadas como geométricas ou isoladas, nesse caso elas podem atingir a alvenaria ou as juntas de assentamento. Caso o sentido que a mesma se manifesta for vertical, isso é interpretado como uma possível retração higrotérmica que ocorre na interface da alvenaria ou por falta de juntas de dilatação, que irão auxiliar na movimentação da alvenaria, evitando problemas de patologia. Dessa forma é possível observar na Figura 2 como as fissuras geométricas são apresentadas na alvenaria (SAHADE, 2005).

Figura 2: Fissuras geométricas.



Fonte: Sahade (2005).



Além das características mencionadas, outro tipo de nomenclatura que pode ser utilizado na configuração das fissuras é que elas podem ser mapeadas ou disseminadas, ou seja, normalmente são apresentadas devido a retração da argamassa, excesso de desempenamento ou por possuir uma grande quantidade de finos nos aglomerantes ou nos agregados. Com isso na Figura 3 é possível analisar como as fissuras mapeadas se manifestam na estrutura (SAHADE, 2005).

Figura 3: Fissuras mapeadas ou disseminadas.



Fonte: Sahade (2005).

2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO CONCRETO

É notório perceber que as manifestações patológicas no concreto são recorrentes e que, segundo Bertin et al. (2019), os problemas mais recorrentes nas estruturas podem ser identificados, já que a mesma apresenta sintomas evidentes, que também são chamados de lesões ou danos, que nesse caso são aparentes na estrutura. Entre os problemas mais recentes, se tem:

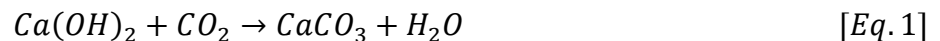
2.3.1 Carbonatação do Concreto

Segundo Casore (2008), o processo de carbonatação do concreto é um processo físico-químico que está na fase líquida, presente nos interstícios do concreto, saturada de hidróxido de cálcio e outros componentes alcalinos hidratados. De forma simplificada os componentes de gás carbônico (CO_2), o dióxido de enxofre (SO_2) e o gás sulfídrico (H_2S), estão presentes no ar e produzem o processo



as reações de neutralização.

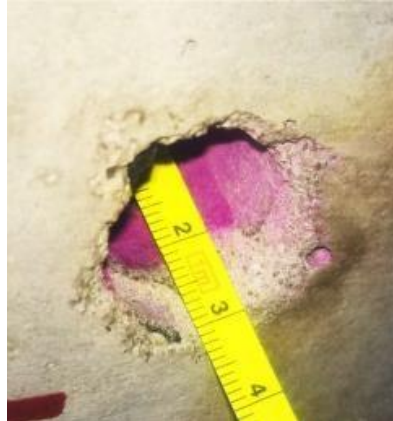
Das substâncias gasosas que estão presentes no ar, a que mais compromete as características do concreto é o CO_2 , que quando o mesmo entra em contato com a água (H_2O), ele forma o ácido carbônico (H_2CO_3), que por sua vez tem um PH muito baixo. Quando o CO_2 entra em contato com o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), forma o carbonato de cálcio $CaCO_3$, como mostra a Equação 01 (CASORE, 2008).



Para a realização do ensaio de carbonatação é utilizado um ensaio de baixo custo com o uso do composto de fenolftaleína, que segundo Helene (1993), é um indicador químico utilizado para determinar a mudança de pH entre 8 e 10, acima desse valor apresenta coloração vermelho-carmim, incolor abaixo dessa faixa.

A Figura 4 exemplifica como o ensaio de carbonatação é realizado, de forma simplificada a região que apresenta uma coloração vermelho-carmim é a área que não está carbonatada, já a área incolor é aquela que está carbonatada.

Figura 4: Ensaio de carbonatação.



Fonte: Farias et al. (2022).

2.3.2 Corrosão da Armadura

A corrosão das armaduras faz referência a um processo decorrente da interação do material com o meio ambiente, provocando reações químicas ou



eletroquímicas, vinculadas a ações físicas ou mecânicas que pode levar a destruição do material ou não (SOARES *et al.*, 2015).

2.4 PATOLOGIA EM EDIFICAÇÃO HOSPITALAR

No que diz respeito as edificações hospitalares as mesmas possuem normas específicas para o seu gerenciamento, nesse caso a RDC 50 (Resolução da Diretoria Colegiada) que é gerenciada pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) segundo o Governo do Brasil tem a função de promover a proteção da saúde através do controle sanitário do consumo de produtos. Ademais, a vigilância também é responsável pelos ambientes, os insumos e as tecnologias a eles envolvidas. Dessa maneira a Resolução- RDC 50, de 21 de fevereiro de 2002, dispõe de alguns parâmetros relevantes a serem mencionados, como por exemplo:

De acordo a Atribuição 8- Prestação de Serviços de Apoio Logístico, do item 8.4.2 diz que se deve executar a manutenção e predial (obras civis e serviços de alvenaria, hidráulica, mecânica, elétrica, carpintaria, marcenaria, serralharia, jardinagem, serviços de chaveiro). Ademais a presente norma não estabelece uma tipologia de edifícios da saúde, como por exemplo um posto de saúde, hospital, centro médico etc. A mesma procurou tratar genericamente todos esses edifícios como sendo órgãos da saúde que devem se adequar a peculiaridade epidemiológicas, populacionais e geográfica da região que estão inseridos (RDC 50, 2002).

Em suma a referente norma irá nortear no planejamento dos ambientes, de acordo com as atividades a serem desenvolvidas nas EAS (Estabelecimentos Assistenciais de Saúde), lembrando que cada ambiente necessita de dimensões e instalações adequadas, para que os parâmetros de qualidade sejam alcançados (RDC 50, 2002).

2.5 GRAU DE RISCO DAS EDIFICAÇÕES

Segundo a IBAPE (2012), Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, o grau de risco das edificações diz respeito aos riscos oferecidos ao



usuário, ambiente e ao próprio patrimônio, no qual estão relacionadas as anomalias existentes na edificação, podendo ser classificada em três tipos, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Classificação de riscos, relacionado a anomalias na edificação.

Risco crítico	Esse tipo de risco proporciona danos a saúde, a segurança das pessoas e a meio ambiente, perda de funcionalidade da estrutura, gerando em enormes custos de manutenção e recuperação, conseqüentemente o tempo de vida útil da edificação será menor.
Risco médio	Faz referência ao risco parcial de desempenho e funcionalidade da edificação, não comprometendo a operação direta do sistema e na sua deterioração precoce.
Risco mínimo	Risco de causar pequenos prejuízos a estética ou relacionados a uma atividade programável. Nesse tipo de risco não há probabilidade de ocorrência de riscos críticos e médios, não comprometendo no valor imobiliário.

Fonte: Adaptado de IBAPE (2012).

3. METODOLOGIA

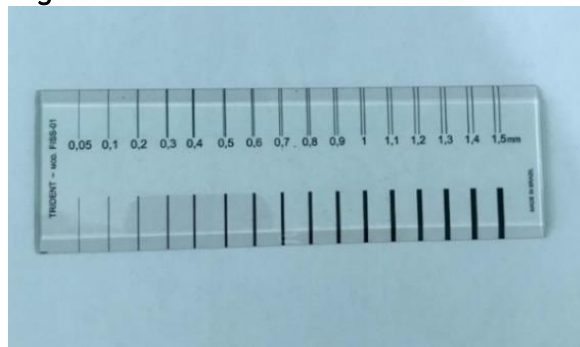
A pesquisa faz referência a um estudo de caso da análise das manifestações patológicas em uma edificação hospitalar na cidade São Luís – MA, onde a mesma possui um tipo de abordagem qualitativa, em que os resultados serão realizados através da percepção e análises dos fatos. Além disso, as informações sobre o projeto arquitetônico da edificação hospitalar serão disponibilizadas pela Secretaria de Estado da Saúde do Maranhão, obedecendo os critérios éticos. É válido ressaltar que as análises das manifestações serão guiadas com base no projeto, identificando a numeração das imagens na planta arquitetônica das manifestações patológicas presentes em cada área, além da divisão dos setores através de hachuras.

A classificação da pesquisa se enquadra na exploratória, pois ela tem como principal característica, a exploração de um problema, com o intuito de fornecer informações para deixar a investigação mais precisa.

O estudo será realizado com base em fundamentos teóricos disponibilizados em livros, artigos científicos e o uso do fissurômetro como mostra a Figura 5, no qual será fundamental para verificar os tipos de fissuras, através da abertura dada em milímetros (mm).



Figura 5: Fissurômetro utilizado nos estudos.



Fonte: Autores (2022).

Ademais para a realização do ensaio de carbonatação foi feito o uso da substância de fenolftaleína apresentado na Figura 6, como forma de identificar a área que foi carbonatada e a área que não está carbonatada, com isso as experiências adquiridas ao longo do curso servirão como base para que as análises sejam feitas de forma precisa, fazendo com que as conclusões a serem chegadas possuam um alto fator de segurança.

Figura 6: Solução de fenolftaleína.



Fonte: Autores (2022).

Como forma de auxiliar o estudo apresentado, será utilizado uma ficha técnica, em que os registros fotográficos serão inseridos, descrevendo os problemas patológicos, aparência do problema, o tipo de manifestação, as suas possíveis



causas, o grau de risco que a mesma está inserida, utilizando o número 1 para grau de risco mínimo, número 2 para grau de risco médio e número 3 para o grau crítico, ademais será dado um possível prognóstico da manifestação patológica encontrada. Para guiar a pesquisa será utilizado o projeto arquitetônico da edificação hospitalar, dividida em setores identificadas através de hachuras, para possuir uma melhor visualização. Além disso as áreas da edificação serão identificadas com nomenclaturas de imagens geométricas, identificado o piso, parede e teto, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Nomenclatura geométrica das estruturas analisadas.

Simbologia	Descrição
□	Piso
△	Parede
○	Teto

Fonte: Autores (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso foi realizado no Hospital Infantil na cidade de São Luís - MA, inaugurado no dia 30/12/1938, ou seja, a edificação possui em média 84 anos, apresentando algumas sintomatologias que serão descritas no trabalho. Com isso a Figura 7 apresenta a localização da edificação extraída do Google Earth.

O imóvel possui uma área de terreno de 3.058,61 m², dessa forma a área construída é subdividida nos respectivos setores: O sub-térreo possui 368,01 m², o térreo 1.169,14 m² e o primeiro pavimento 892,51 m², totalizando uma área construída de 2.429,66 m².

Ademais a estrutura da edificação, é de concreto armado, as paredes de vedação são de alvenaria convencional, as esquadrias são mistas sendo de madeira e alumínio, o piso de revestimento cerâmico, forro de gesso e telhado de telha



cerâmica e a laje da edificação é do tipo laje maciça.

Figura 7: Localização da edificação hospitalar.



Fonte: Google Earth extraída em 18/09/2022.

As vistorias do imóvel foram feitas nos seguintes dias, como mostra o Quadro 3 abaixo:

Quadro 3: Datas das visitas in loco.

Primeiro dia: 19/09/2022 às 15:33 PM	Segunda- feira
Segundo dia: 29/09/2022 às 15:06 PM	Quinta-feira
Terceiro dia: 18/10/2022 às 14:50 PM	Terça-feira

Fonte: Autores (2022).

As principais manifestações patológicas encontradas no local fazem referência ao aparecimento de aberturas nas estruturas de concreto e alvenaria, patologias relacionadas a umidade, por exemplo, bolor, infiltração, saponificação, fissuras, tricas e rachaduras.

A Figura 8 apresenta o pilar da caixa d'água, localizado no setor 4 de acordo o anexo A, com armadura exposta e perda expressiva passivadora de concreto e apresentando rachaduras na sua estrutura.

Figura 8: Pilar da caixa d'água, a: Pilar com rachadura, b: Abertura da rachadura.



8 a
Fonte: Autores (2022).



8 b
Fonte: Autores (2022).

Como forma de analisar a situação em que o concreto estava, foi realizado o ensaio de carbonatação, no dia 18/10/22, como mostra a Figura 9, confirmando que concreto está carbonatado, ademais o Quadro 4 consta a avaliação dessa manifestação patológica.

Figura 9: Ensaio de carbonatação, a: Região em que foi realizado o ensaio, b: Reação da fenolftaleína.



9 a
Fonte: Autores (2022).



9 b
Fonte: Autores (2022).

Quadro 4: Avaliação do pilar da caixa d'água

Problema patológico	Descrição visual	Tipo de manifestação	Possíveis causas	Grau de risco	Prognóstico
Armadura exposta e perda de concreto.	A imagem inserida, faz referência ao pilar da caixa d'água, no qual o mesmo apresenta armadura exposta e rachaduras, com dimensão de 1,5 mm. Como forma de confirmar que o concreto estar cabornatado foi feito ensaio de carbonatação.	Corrosão de armadura	Uma das possíveis causas é que a estrutura da caixa d'água sofreu um elevado aumento, fazendo com que as dimensões das vigas e pilares não sofressem uma alteração na sua dimensão.	3	A evolução do problema consiste em uma perda maior da estrutura e o aço irá se degradar, fazendo com que a estrutura perca sua funcionalidade.

Fonte: Autores (2022).

Além dos problemas analisados no pilar da caixa d'água, a viga da estrutura também apresenta problemas na perda da camada passivadora de concreto, deixando a estrutura exposta a agentes nocivos encontrados no meio ambiente. A Figura 10 apresenta a viga da caixa d'água e o Quadro 5 consta a avaliação da mesma.

Figura 10: Viga da caixa d'água, a: Viga com manifestação patológica, b: Abertura da rachadura.



Fonte: Autores (2022).

Fonte: Autores (2022).

Quadro 5: Avaliação da viga da caixa d'água.

Problema patológico	Descrição visual	Tipo de manifestação	Possíveis causas	Grau de risco	Prognóstico
Degradação do concreto	A viga apresenta rachaduras de 3 mm, além de possuir uma perda considerável na estrutura, ou seja, a degradação do concreto, como mostra a Imagem acima.	Carbonatação do concreto	Uma das possíveis causas é que a estrutura da caixa d'água de concreto, sofreu um elevado aumento de cargas, devido a instalação de uma caixa de pvc na sua base, fazendo com que as dimensões das vigas e pilares não suportassem essas tensões.	3	O concreto com o passar do tempo, irá continuar perdendo suas características de proteção da armadura e com isso o mesmo irá se degradando, deixando a armadura exposta. Logo, a sua funcionalidade será perdida.

Fonte: Autores (2022).

As Figuras 11 e 12 fazem referência a uma sala técnica localizada no setor 4, abaixo da caixa d'água, no qual a bomba que alimenta a edificação fica armazenada. A estrutura externa apresenta problemas de infiltrações devido aos problemas nos drenos e agentes exógenos, ou seja, oriundas de razões externas, como a chuva (Quadro 6).

Figura 11: Base da caixa d'água.



Fonte: Autores (2022).

Figura 12: Base da caixa d'água.



Fonte: Autores (2022).

Quadro 6: Avaliação da base da caixa d'água.

Problema patológico	Descrição visual	Tipo de manifestação	Possíveis causas	Grau de risco	Prognóstico
Infiltração na base da caixa d'água	Base da caixa d'água, apresenta problemas de infiltrações	Infiltração	Os problemas de infiltrações estão evidenciados, devido a agentes exógenos, oriundas de razões externas e devido a existência de vazamentos das tubulações de água e de drenos de ar-condicionado.	2	A infiltração na base da caixa d'água irá gerar problemas de mofo no ambiente que fica os equipamentos da área técnica, gerando problemas de saúde para os funcionários que fazem manutenção no local.

Fonte: Autores (2022).

As manifestações patológicas apresentadas na Figura 13, estão localizadas na entrada da sala de Guarda / Distribuição apresentando problemas superficiais na pintura, decorrentes de agentes exógenos e devido a problemas funcionais da estrutura, que são decorrentes do desgaste da mesma. Com isso o Quadro 7 apresenta a avaliação do problema patológico.

Figura 13: Entrada da sala de guarda e distribuição, a: parede com problemas de umidade, b:



Fonte: Autores (2022).

Fonte: Autores (2022).

Quadro 7: Avaliação da sala de guarda/distribuição.

Problema patológico	Descrição visual	Tipo de manifestação	Possíveis causas	Grau de risco	Prognóstico
Problemas de umidade no revestimento de pintura.	A área está submetida a agentes exógenos, por se tratar de uma área aberta, fazendo com que a edificação apresente manchas escuras e degradação na pintura.	Saponificação	Por se tratar de uma estrutura externa, a estrutura não apresenta revestimento adequado, para fazer o processo de estanqueidade da água.	1	Degradação do revestimento de pintura e reboco.

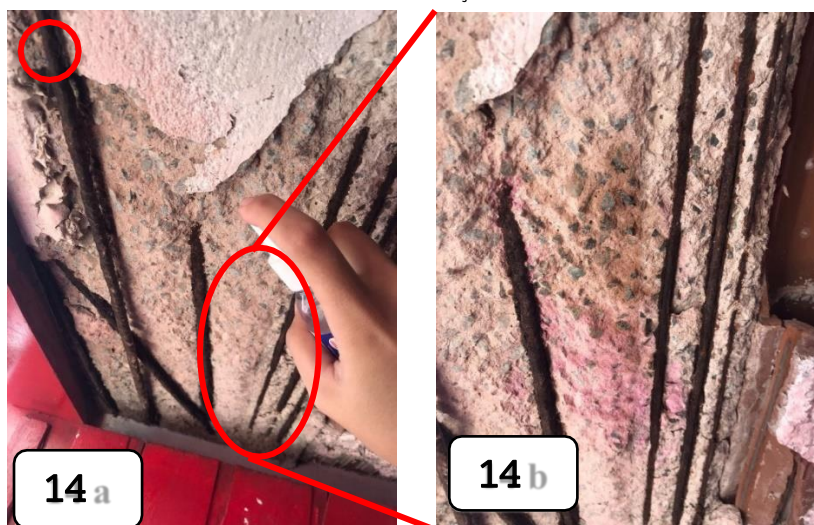
Fonte: Autores (2022).

A laje apresentada na Figura 14 está localizada na área técnica do laboratório e diretoria no setor 5. Convém frisar que a armação de aço se encontra exposta e parte do concreto está carbonatado.

A seta evidencia a área em que o ensaio com a substância de fenolftaleína foi aplicada, no qual é notório perceber que parte do concreto se encontra carbonato e outra não, logo a o quadro o Quadro 8 apresenta a avaliação da área técnica.

Figura 14: Laje da área técnica do laboratório, a: Laje com armadura exposta, b: Ensaio de

carbonatação.



14 a

14 b

Fonte: Autores (2022).

Fonte: Autores (2022).

Quadro 8: Avaliação da área técnica do laboratório.

Problema patológico	Descrição visual	Tipo de manifestação	Possíveis causas	Grau de risco	Prognóstico
Armadura sofrendo processo de corrosão e perda da camada passivadora de concreto.	A laje apresenta corrosão na armadura, além da mesma já ter uma perda considerável de concreto. Após o teste com fenolftaleína foi verificado que a mesma possui concreto carbonatado.	Corrosão da armadura e carbonatação do concreto	A laje passava por grandes problemas de infiltrações, dessa forma a água da chuva pode ter influenciado no processo de carbonatação, fazendo com que houvesse uma perda considerável da camada passivadora, gerando dessa forma a corrosão da armadura.	3	Com o agravamento do processo de degradação, a armadura irá se degradar, perdendo a funcionalidade da estrutural.

Fonte: Autores (2022).

5 CONCLUSÕES

Após a análise da edificação observou-se que a mesma apresenta diversos problemas de manifestações patológicas, como, bolor, infiltração, saponificação, fissuras, trincas, rachaduras, corrosão da armadura e carbonatação do concreto. Tais manifestações são causadas devido ao tempo de vida útil da edificação e



manutenção inadequada dos problemas que a estrutura apresenta.

Com isso pode-se perceber que a maioria dos problemas encontrados fazem referências a manifestações patológicas de umidade, no qual as possíveis causas constatadas são referentes ao revestimento inadequado para os locais em que a incidência de umidade é alta, como nas áreas externas. Mesmo apresentando grau de risco 1, a sua evolução acarretará em danos a saúde dos usuários que frequentam edificação. Ademais os problemas evidenciados com o grau de risco 3, são aqueles em que possuem uma urgência maior na sua resolução, no qual são referentes a carbonatação do concreto e corrosão da armadura. Com isso o local em que a incidência desses problemas é mais acentuada é na área da caixa d'água, pois a mesma foi planejada para suportar uma quantidade de litros menor, porém como a edificação obteve uma demanda maior de consumo de água, ao invés da mesma ter sido ajustada estruturalmente, a solução encontrada pela equipe de manutenção, foi a de instalar uma caixa de Policloreto de Vinila - PVC com uma capacidade maior de litros, no qual acarretou o sobrecarregamento da estrutura. Já em relação a área técnica do laboratório, no qual também apresenta grau de risco 3, a estrutura da laje após passar por diversos problemas de infiltrações, apresenta armadura exposta, possuindo perda de funcionalidade da estrutura.

Portanto após análise dos problemas encontrados na edificação, é válido ressaltar que a mesma apresenta danos à saúde e a segurança dos usuários da edificação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. 2 ed., 2012.

BAUERMANN, Cristiano Vieira. **Patologia provocadas por umidade em edificações**. Anápolis - GO, 2018.

BERTI, João Vitor Meneguetti; SILVA JÚNIOR, Gean Pereira da; AKASAKI, Jorge



Luís. **Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto**, São Paulo, 26 jun. 2019.

BRAGA, Natália Maria Teixeira. **Patologia das construções: trincas e fissuras em edifícios**, Belo Horizonte, 2010.

CARPORRINO, Cristiana Furlan. **Patologias em alvenarias**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CADORE, William Widmar. Estudo da carbonatação da camada de revestimento e protótipos de concreto com altos teores de adições minerais e cal hidratada. **UFSM**, Santa Maria- RS, 2008.

HELENE, P. R. L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. 1993. Tese (livre docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **IBAPE/SP**: 1 e d. São Paulo, 2012. 18 p.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**, Belo Horizonte, jul. 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **RDC 50: Resolução - RDC 50**. Brasil: Sistema de Legislação da Saúde, 2002.

SAHADE, Renato Freua. **Avaliações de sistema de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**, São Paulo, 2005.

SOARES, Arthur Pimentel Falcão; VASCONCELOS, Livia Tenório; NASCIMENTO, Felipe Bonfim Cavalcante do. **Corrosão em armaduras de concreto**, Maceió, p. 1-1, nov. 2015.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**, Recife, nov. 2003.

WEIMER, Bianca Funk. **Patologia das estruturas**. Porto Alegre: Sagah Educação, 2018.



CONDIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE TRECHO DA BR-135 NO ESTADO DO MARANHÃO

Lara Stéfany de Oliveira Cruz¹
André Santos Nascimento²
Thais Maria Morais Pontes³
Emylly Morais Martins⁴
Leandro Gomes Domingos⁵

RESUMO

A pavimentação asfáltica é de extrema importância para o Brasil, pois o modal rodoviário possui um grande desempenho na matriz de transporte. O presente trabalho tem como objetivo a análise das condições de pavimento da BR – 135 que liga a capital São Luís ao município Barrão de Grajau, divisa do Estado Piauí com Maranhão. Foram então abordadas as classificações dos pavimentos e o tipo de manutenção que ele deve ter para cumprir seu papel de forma eficiente. Para análise, foram coletados dados do site do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), bem como do site da Confederação Nacional de Transporte (CNT), quanto a situação em que rodovia se encontrava e as condições de Índice de Condição da Conservação (ICC), Índice de Condição do Pavimento (ICP) e Índice de Condição de Manutenção (ICM). Com base nos dados coletados do DNIT, foi possível observar que, nos meses de janeiro a março de 2022, nos quilômetros 400 a 430 são encontrados os piores trechos no que tange a qualidade do pavimento nos três índices analisados e mediante as inspeções foi constatado que apenas 33% do trecho analisado da rodovia encontra-se em estado bom. Estes índices podem dar indícios de fatores de acidentes e perdas financeiras para a rodovia e da região em questão, trazendo prejuízos e perde de tempo nas viagens e transitabilidade.

Palavras-chave: Pavimentação Asfáltica. Trechos. Rodovias.

ABSTRACT

Asphaltic paving is extremely important for Brazil, as the road modal has a great performance in the transport matrix. The present work aims to analyze the BR - 135 pavement conditions that connects the capital São Luís to the municipality of Barrão de Grajau, on the border between Piauí and Maranhão States. The pavement classifications and the type of maintenance that it must have to fulfill its role

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, lara.cruz@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, nascimento.andre@discente.ufma.br

³ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, thais.pontes@discente.ufma.br

⁴ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, emylly.martins@discente.ufma.br

⁵ Professor Mestre, Universidade Federal do Maranhão, leandro.gd@ufma.br



efficiently were then addressed. For analysis, data were collected from the Departamento Nacional de Infraestrutura (DNIT) website, as well as of the Confederação Nacional de Transportes (CNT) website, regarding the situation in which the highway was and also the conditions of the Conservation Condition Index (ICC), Floor Condition Index (ICP) and Maintenance Condition Index (ICM). Based on data collected from DNIT, it was possible to analyze that, from January to March of 2022, in kilometers 400 to 430 are found the worst stretches regarding the quality of the pavement in the three indices analyzed and upon inspections it was found that only 33% of the analyzed section of the highway is in good condition. These indices can give indications of accidents and financial losses for the highway and the region in question, causing damage and waste of time in travel and transitivity.

Keywords: Asphalt paving. Parts. Highways.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal rodoviário desempenha uma participação expressiva na matriz de transporte, pois as rodovias concentram aproximadamente 65% da movimentação de mercadorias no país e 95% de passageiros (CNT, 2021).

De acordo com a Pesquisa da Confederação Nacional de Transporte de Rodovias (CNT, 2021), é estimado que cerca de 99% das rodovias construídas no Brasil são de pavimento flexível, onde o material principal é o asfalto e a vida útil desse tipo de pavimento fica em torno de 8 a 12 anos. Contudo, é notório nas rodovias que esse prazo não se estende por muito tempo, pois antes de chegar ao fim da vida útil o pavimento já está deteriorado. Isso acontece principalmente por conta da falta de manutenção preventiva e fiscalização, como também por falhas no processo construtivo e no método de dimensionamento.

Apesar de ser um modal de grande importância, 61,8% das rodovias são classificadas como ruim, regular ou péssimo e isso acaba influenciando diretamente na segurança daqueles que usam as vias (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2022). Dito isso, no estado do Maranhão 79,3% da malha rodoviária apresenta alguma imperfeição (CNT, 2021).



O objeto de estudo deste artigo é a BR-135, que possui uma extensão aproximada de 2.657 quilômetros, sendo uma importante via de acesso que liga a capital do Maranhão, São Luís, ao restante do país. Todavia, alguns trechos de seu comprimento apresentam-se em situações deploráveis, o que acaba dificultando o trânsito de quem passa por esse trajeto.

Com base nisso, o artigo traz uma análise da BR-135 no Estado do Maranhão quanto a condição da pavimentação asfáltica com base nas informações obtidas através de pesquisas realizadas no site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), bem como no site da CNT. O trecho da BR-135 que conecta o município de Barão do Grajaú, divisa com o estado do Piauí, à capital São Luís, foi considerado neste trabalho e serviu como parâmetro de estudo da situação viária da rodovia.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Classificação dos pavimentos

O pavimento, de acordo com Bernucci et al. (2006), é caracterizado como uma estrutura de múltiplas camadas e essas camadas possuem espessuras finitas, ele é construído sobre a camada final da terraplenagem e sua destinação é baseada em receber os esforços causados pelo tráfego de veículos, como também os efeitos do clima. Além disso, o pavimento tem como finalidade propiciar aos usuários uma melhoria nas condições de rolamento, abrangendo conforto, segurança e economia.

No Manual de Pavimentação do DNIT (DNIT, 2006a), os pavimentos são classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos. O pavimento flexível é onde todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob a carga aplicada, de modo que a carga é distribuída em partes aproximadamente iguais entre as camadas. O pavimento semi-rígido é caracterizado por um apoio de cimento com uma espécie de adesivo de caráter cimentício. Já o pavimento rígido, ainda de acordo com DNIT



(2006a), possui uma rigidez superior perante as outras camadas consequentemente absorvendo as tensões derivadas daquele carregamento.

Tipos de manutenções nos pavimentos

Com o passar dos anos, o pavimento asfáltico sofre transformações e consequentes desgastes determinados tanto por fatores climatológicos quanto pelo tempo. Além disso, as cargas e os diferentes transportes que trafegam diariamente pelas estradas também contribuem para a degradação. Posto isto, quando a condição da rodovia apresenta danificações, é preciso que aconteça intervenções e/ou manutenções que visem melhorar e assegurar o trânsito daquela superfície (DNIT, 2022).

A manutenção das rodovias é algo indispensável para que ela mantenha condições adequadas para o tráfego. Nesse sentido há diversos modos de manutenção, dependendo basicamente do tipo de rodovia, do período de procedimento, dos recursos financeiros disponíveis para a restauração, entre outros fatores (GRANGEIRO, 2020).

De acordo com o Manual de Restauração dos Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006b), para que se tenha uma boa conservação das estradas é preciso seguir três processos: a conservação preventiva periódica, a corretiva rotineira e a de emergência. Sendo que para cada procedimento é preciso investigar o que deve ser prioridade, dependendo do estado em que se encontra o pavimento.

Logo, para manter um pavimento apropriado, constitui um conjunto de ações que tem como objetivo conservar ou até mesmo melhorar as características gerais do pavimento a níveis de conforto, segurança e economia. Para isso, é necessário considerar todos os elementos de uma rodovia, como: sinalização, terraplanagem, drenagem, pavimento e afins (DNIT, 2006a).

Para Netto (2016), os processos para a restauração de estradas podem tender



desde um recapeamento asfáltico, ou seja, uma sobreposição, até a total renovação da via, dependendo da avaliação e inspeção que foi feita no local.

O DNIT prevê que a manutenção preventiva periódica deve ser feita com o objetivo de evitar que perigos e danos apareçam e se caso surjam possam ser sanados o mais rápido possível, não deteriorando a estrutura do pavimento. Já manutenção corretiva rotineira estabelece que as restaurações sejam constantes e regulares levando em consideração todo o trajeto da rodovia, incluindo reparos, sinalizações e limpezas. No que se refere a manutenção de emergência, deve ser realizada quando o prejuízo for grave causado por situações imprevistas e que impossibilitam o tráfego da via (DNIT, 2006b).

Portanto, para Scaranto (2007), é preciso estabelecer um conjunto de estratégias adequadas a manutenção de pavimentos rodoviários que admita um aperfeiçoamento dos recursos disponíveis, assegurando a capacidade de retorno ao que foi designado como investimento para a construção da rodovia.

METODOLOGIA

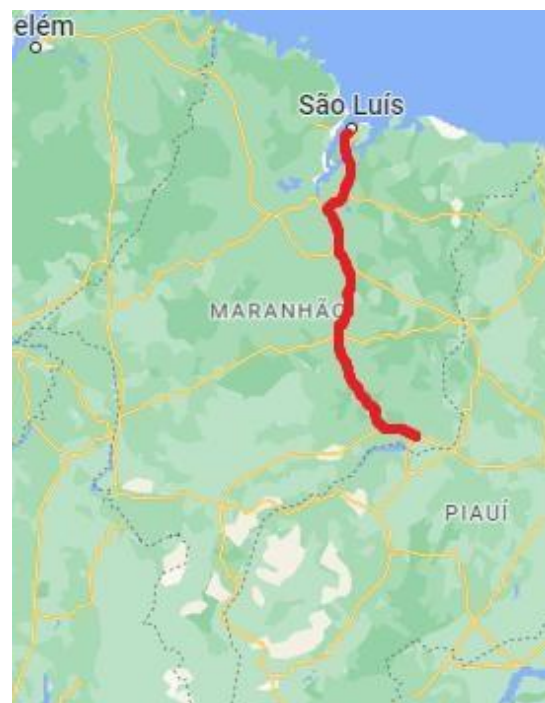
A pesquisa possui caráter descritivo e quantitativo, visto que foram feitas algumas observações, análises e interpretações de dados acerca da BR-135 e suas condições de sinalização, geometria e pavimentação. Foram coletados dados das condições de utilização e uso geral da rodovia BR-135 em toda sua extensão no estado do Maranhão, que vai desde a cidade de Barão do Grajaú, divisa com o estado do Piauí, até a capital do Maranhão, São Luís, como mostra a Figura 1.

Os dados foram obtidos através de pesquisas realizadas no site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, (DNIT), bem como base no site da Confederação Nacional de Transporte, (CNT). Os dados de Índice de Condição da Conservação (ICC), Índice de Condição do Pavimento (ICP) e Índice de Condição de Manutenção (ICM) foram obtidos a partir de levantamento de



campo criado pela Coordenação-Geral de Manutenção e Restauração Rodoviária (CGMRR/DIR) que tem a finalidade de acompanhar as condições gerais da malha rodoviária. A avaliação de tais condições, para pistas simples, é feita em apenas um sentido da rodovia, considerando ambas as faixas. Já para rodovias duplicadas, a avaliação é feita de forma independente para cada sentido do tráfego. Os dados de condição do DNIT são apresentados em planilha eletrônica, no formato XLS, e foram avaliados também através do software Microsoft Excel.

Figura 01: Mapa da BR - 135 no estado do Maranhão.



Fonte: adaptado do Google Maps (2022).

A primeira etapa desta pesquisa consistiu na obtenção do maior número de informações sobre o tema abordado, a BR-135, coleta de dados sobre o histórico da rodovia, data de criação, características típicas da região, possíveis melhoramentos, manutenções, serviços de pavimentação e outras informações a respeito da engenharia da rodovia.



Dando continuidade ao estudo, foram analisados os dados obtidos nas tabelas eletrônicas do site do DNIT, no período de janeiro a março de 2022. A escolha desses três meses está baseada no tráfego intenso nesse período, principalmente no escoamento da soja, considerando a grande escala de produção do grão na safra 21/22 e transporte para o porto de Itaqui, onde são exportadas grande parte da produção, passando pela rota da BR-135 em sua maior parte. A partir do que foi reunido sobre a via foram procedidas as análises dos dados e posteriormente foram feitos gráficos para demonstrar como estão as condições das rodovias nesse trecho federal.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do presente trabalho, foram obtidas informações relevantes no que se trata em relação a qualidade da BR-135. Foi constatado que o uso da rodovia para transporte de soja enfrentando seus vários aspectos patológicos torna-se um caminho cheio de prejuízos, dentre elas lentidão para seu devido destino, perda de mercadoria e manutenção do veículo.

Com base nos dados obtidos através das tabelas no portal do DNIT, foi possível obter uma tabela da média aritmética dos índices de Condição de Conservação (ICC), Condição de Pavimento (ICP) e Condição de Manutenção (ICM), nos meses escolhidos para análise (janeiro a março de 2022) como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Média aritmética dos índices no decorrer de 3 meses.

Mês	ICC	ICP	ICM
Jan/22	41,03	28,50	32,26
Fev/22	42,00	29,23	33,06
Mar/22	42,69	31,97	35,18

Fonte: adaptado de DNIT (2022).

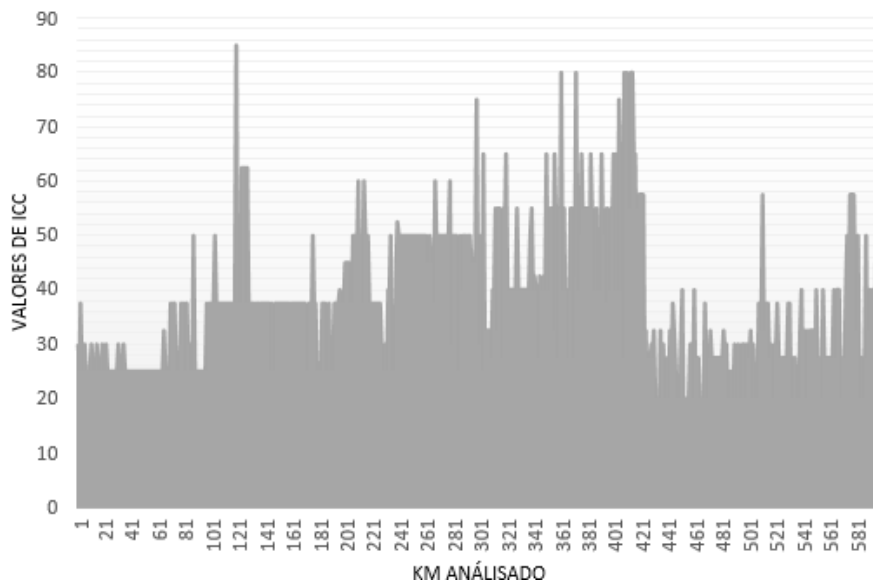
É possível verificar a proximidade dos resultados analisados, considerando os meses iniciais do ano de 2022, considera-se, portanto, que não houve mudanças ou



manutenções significativas durante estes meses.

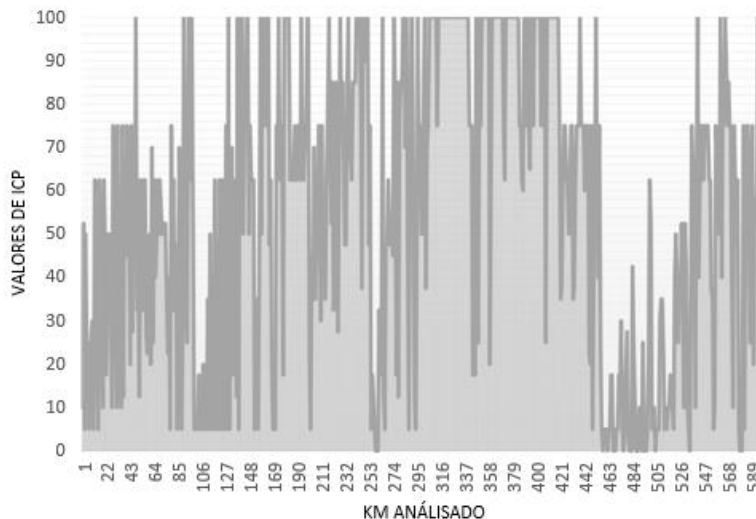
Além dessa média aritmética foi possível elaborar gráficos baseados nos índices citados acima, principalmente no mês de março de 2022, onde foram analisados os dados da BR-135 do km 1 na capital São Luís até o km 590, como mostra os gráficos abaixo (Figuras 02, 03 e 04).

Figura 02: Índice de Condição da Conservação, Mar/2022.



Fonte: adaptado de DNIT (2022).

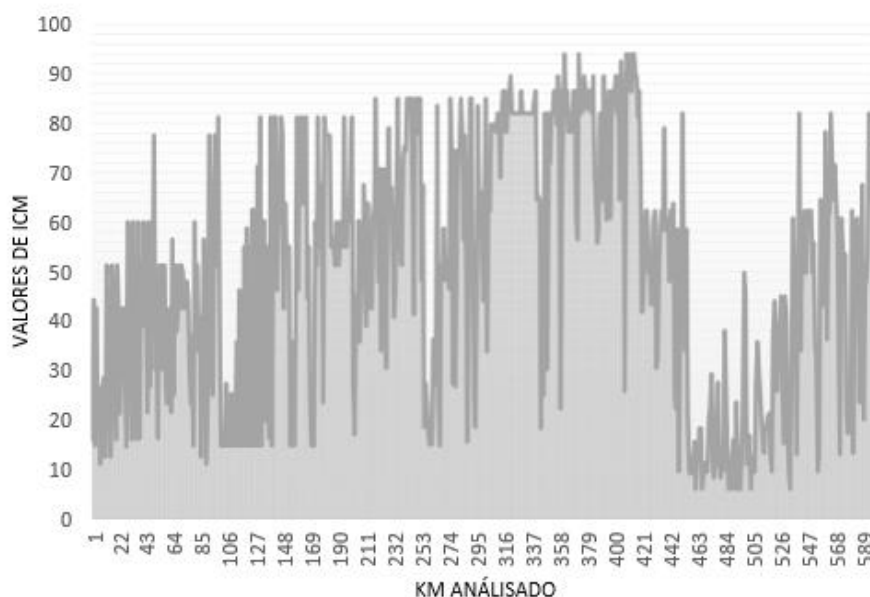
Figura 03: Índice de Condição do Pavimento, Mar/2022.



Fonte: adaptado de DNIT (2022).



Figura 04: Índice de Condição de Manutenção, Mar/2022.

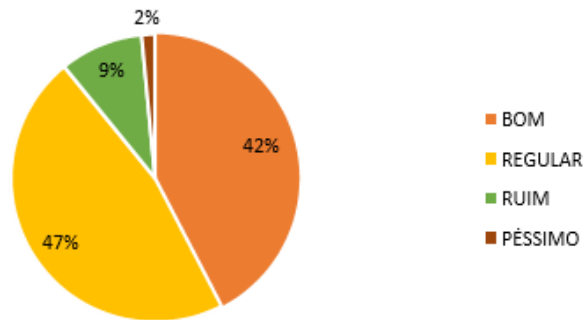


Fonte: adaptado de DNIT (2022).

Nota-se que há um trecho entre os quilômetros de 400 a 430 onde são encontrados os piores resultados para os três parâmetros de pesquisa (ICC, ICP e ICM), e que logo após, a partir do km 430, há um melhoramento dos resultados, sendo considerados bons segundo a análise do DNIT (valores abaixo de 30). Isto é causado por conta deste trecho já não ser mais considerado como rota de escoamento de grãos durante a safra e por isto não recebe uma grande movimentação de carretas e caminhões carregados. Conseqüentemente, não é visto como trecho necessário de manutenção constante.

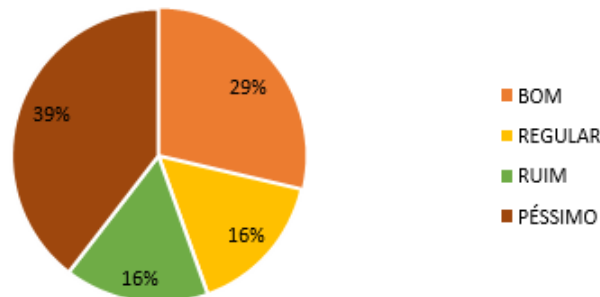
Mediante as inspeções de quase 2 milhões de quilômetros das rodovias brasileiras (CNT, 2022), mais precisamente a BR 135 nos quilômetros de 1 a 590 dentro do estado do Maranhão, foi constatado diversas patologias dentre elas fendas, fissuras, trincas, afundamento, ondulações e desgastes. Desse trecho, cerca de 33% da rodovia se encontra em estado bom, 27% regular, 17% ruim e 23% considerado em estado péssimo, como são apresentados nas Figuras 05 a 07.

Figura 05: Gráfico de ICC no mês de março de 2022 na BR-135.



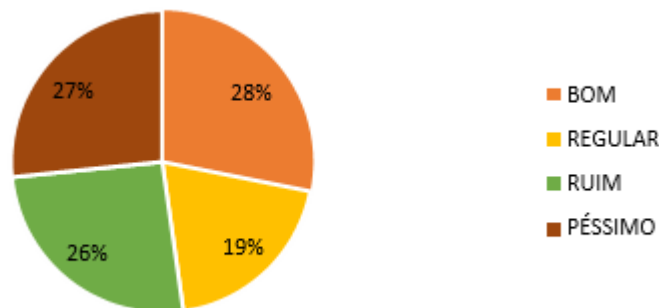
Fonte: adaptado de DNIT (2022).

Figura 06: Índice de ICP no mês de março de 2022 na BR-135.



Fonte: adaptado de DNIT (2022).

Figura 07: Índice de ICM no mês de março de 2022 na BR-135.



Fonte: adaptado de DNIT (2022).

As más condições de geometria e usos da Rodovia Federal, sendo em sua maioria considerada ruim ou péssima, podem ser fatores para aumento de acidentes e perdas econômicas, tanto em relação aos veículos quanto as cargas transportadas.



Segundo a CNT (2022), no estado do Maranhão a rodovia 135 é a que apresenta maior número de acidentes no ano de 2021. Foram contabilizados um total de 291 acidentes com vítimas, sendo que 48 dessas vítimas foram fatais. A CNT (2022) ainda afirma que o veículo que mais causa mortes é a motocicleta, sendo 120 mortes causadas por acidentes com esse tipo de veículo, já o caminhão causou 15 mortes na rodovia 135.

Com relação aos trechos bons, os poucos encontram-se próximos a capital São Luís, onde há um maior investimento por parte do governo federal e até mesmo pistas duplicadas, divergindo-se dos demais trechos que seguem a BR-135 ainda no Maranhão.

CONCLUSÕES

O estudo apresentado fornece informações referentes a BR-135, de grande importância para a região do Nordeste e principalmente do estado do Maranhão, pois conecta o porto de Itaqui – de grande importância para o escoamento de grãos do país - ao restante do país.

Com base nos dados apresentados, nota-se que em média um terço do trecho analisado encontra-se em bom estado, o que contrasta com as demais rodovias do estado que são consideradas ruins ou péssimas. Entretanto, grande parte é considerada como péssima, como a condição de pavimentação asfáltica do trecho, que apresenta 39% como péssima. Fato este que deve ser atribuído ao alto grau negativo de manutenção e ao grande fluxo de veículos pesados que transitam pelo trecho de escoamento dos grãos.

Os dados obtidos no site do DNIT foram essenciais para compreender as mudanças e qualidade da BR-135 já que o trecho foi baseado no período de tráfego intensivo do escoamento de soja. Além disso, quanto a soma dos prejuízos monetários podemos citar aos empresários o grande risco de acidentes de seus



funcionários, atraso na entrega de mercadorias, manutenções constantes ao veículo o que afeta diretamente em seus negócios. Cabe ressaltar que os principais motivos para isso são as patologias encontradas nesse trecho dentre elas: fendas, fissuras, trincas, afundamento, ondulações e desgastes.

Pode-se concluir que a administração responsável pela manutenção vem deixando a desejar principalmente nos trechos de maior fluxo, que deveriam receber manutenções constantes, pois é essencial para a segurança dos usuários da via.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Petrobras: ABEDA, Rio de Janeiro, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias**. Confederação Nacional do Transporte, Brasília, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. **Painel CNT de acidentes Rodoviários**: Principais dados, 2021. Confederação Nacional do Transporte, Brasília, 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE – DNIT. **Manual de Pavimentação**, IPR/DNIT/ABNT. 3.ed. Rio de Janeiro, 2006a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE – DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, IPR/DNIT/ABNT. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE – DNIT. **Manutenção e Restauração rodoviária**. Disponível em: <
<https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/manutencao-e-restauracao-rodoviaria>>. Acesso em 16 de junho de 2022.

GRANGEIRO, S. L. S. **Análise estatística do índice de condição da manutenção em rodovias federais para o Estado do Ceará**. Centro Universitário Christus: UNICHRISTUS, Fortaleza, 2020.



ICONGEC – CCBL

Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas
Os desafios de Balsas voltados à Engenharia Civil

De 26 a 28
Abril de 2023
Balsas - MA



NETTO, M. R. Estudo de caso da viabilidade econômica de determinados tipos de manutenção do pavimento flexível em uma via da zona urbana de Alegrete-RS. Universidade Federal do Pampa: UNIPAMPA, Alegrete, 2016.

OLIVEIRA, C. A. A. e ALMEIDA, W. M. de S. Análise da pavimentação asfáltica do DNIT e do município de Gurupi – TO. Universidade de Gurupi, Tocantins, 2022.

SCARANTO, M. et al. Procedimentos aplicáveis na definição de medidas para a manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.



(IN) ACESSIBILIDADE DE CALÇADAS EM VIAS CENTRAIS NO MUNICÍPIO DE BALSAS / MA

Raimunda Coelho da Silva¹
Olívia Juliana Dias de Andrade Lima²
Moises de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

As calçadas são parte da via destinada ao trânsito de pedestres, e quando possível para a inserção de mobiliário urbano, sinalização e árvores por exemplo, geralmente em nível diferente ao da rua destinada ao trânsito de veículos. Devido a importância das calçadas para a mobilidade e acessibilidade dos pedestres, sendo um espaço inclusivo e que disponha de um espaço seguro para o deslocamento, o presente estudo buscou avaliar quais as principais dificuldades quanto a acessibilidade que os pedestres, em especial os que possuem algum tipo de deficiência ou mobilidade reduzida, encontram ao trafegar pelas ruas do Centro da cidade de Balsas. As ruas abordadas no presente estudo foram percorridas e através de análise visual e também dimensional, constatou-se quais as características das calçadas, se estavam de acordo ou não com as normas de acessibilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Identificou-se que o principal problema apresentado nas calçadas dessa região é a falta de padronização das calçadas, levou-se em consideração para essa análise aspectos como o material utilizado para o calçamento, largura da área livre e presença de entulhos e declives acentuados, ao observar esses fatores em todas as calçadas das ruas analisadas. Observou-se que quanto aos pedestres que possuem dificuldades de locomoção o cenário é ainda mais desfavorável, chegando a ser inviável em muitos pontos, induzindo os pedestres a utilizarem o espaço destinado a passagem de veículos, comprometendo assim a sua segurança, em especial as pessoas com deficiência (PcD). Uma forma de melhorar a acessibilidade e mobilidade dos pedestres nessas áreas foi apontada, sendo a criação de um projeto de lei para a padronização de calçadas. Dada a importância dos centros comerciais para a cidade, e como a falta de acessibilidade influencia negativamente a qualidade de vida das pessoas que utilizam desse espaço, percebe-se que em algum momento se tornará necessário a padronização das calçadas no município, e que um projeto de lei pode ser uma alternativa.

Palavras-chave: Acessibilidade. Calçadas. Pedestres.

ABSTRACT

¹ Engenharia Civil, UFMA, raimunda.coelho@discente.ufma.br

² Ciência e Tecnologia, UFMA, olivia.juliana@discente.ufma.br

³ Engenheiro Civil, UFMA, moises.asj@ufma.br



Sidewalks are part of the road intended for pedestrian traffic, and when possible, for the insertion of urban furniture, signage and trees, for example, generally at a different level than the street intended for vehicular traffic. Due to the importance of sidewalks for the mobility and accessibility of pedestrians, being an inclusive space that has a safe space for displacement, the present study sought to assess the main difficulties regarding accessibility that pedestrians, especially those with some type of disability or reduced mobility, they find when traveling through the streets of the city center of Balsas. The streets addressed in the present study were covered and through visual and dimensional analysis, it was verified the characteristics of the sidewalks, whether or not they were in accordance with the accessibility standards of the Associação Brasileira de Normas Técnicas. It was identified that the main problem presented on the sidewalks in this region is the lack of standardization of the sidewalks, aspects such as the material used for paving, width of the free area and the presence of debris and steep slopes were taken into account for this analysis. Observe these factors in all the sidewalks of the analyzed streets. It was observed that with regard to pedestrians who have mobility difficulties, the scenario is even more unfavorable, becoming unfeasible in many points, inducing pedestrians to use the space intended for the passage of vehicles, thus compromising their safety, especially people with disabilities (PwD). A way to improve accessibility and mobility for pedestrians in these areas was pointed out, being the creation of a bill for the standardization of sidewalks. Given the importance of shopping centers for the city, and how the lack of accessibility negatively influences the quality of life of people who use this space, it is clear that at some point it will become necessary to standardize the sidewalks in the city, and that a project law can be an alternative.

Keywords: Accessibility. Pedestrians. Sidewalks.

1 INTRODUÇÃO

As calçadas devem promover acessibilidade universal aos pedestres e boas condições para seu deslocamento com segurança. Devendo ser projetadas para atender os requisitos de acessibilidade e mobilidade urbana. Existem normas que visam a padronização das calçadas, no Brasil a principal é a ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020) da Associação Brasileira de Normas Técnicas. As calçadas são formadas geralmente por 3 faixas: livre, de serviço e de transição (ENAP, 2020).

A NBR 9050 define calçadas como uma parte da via destinada à circulação



dos pedestres e para a implantação de mobiliário urbano quando possível com faixa destinada a circulação de pedestres com largura de 1,20 m (tamanho mínimo), entre outras atribuições.

Os pedestres são parte fundamental do sistema de tráfego urbano e deveriam encontrar nas calçadas um meio seguro de circular pelas vias, porém em muitos locais a realidade mostra que seus direitos são negligenciados, e os locais onde deveriam se deslocar com segurança e boa mobilidade, oferecem riscos (OLIVEIRA, 2017).

Para a pessoa com cadeira de rodas (P.C.R.) alguns locais são inviáveis para a sua locomoção. Logo, necessitam utilizar parte da via destinada aos veículos, ou seja, as ruas, assim acabam colocando sua vida em risco. Isto ocorre devido às condições inacessíveis de padronização inexistentes, entre as calçadas com níveis de terreno diferentes.

Destarte, observa-se a necessidade de estudo das condições de acessibilidade e mobilidade urbana que as calçadas estão desempenhando, nas vias centrais de Balsas, onde há maior concentração de pedestres diariamente. O presente estudo visa observar as condições das calçadas em vias centrais de Balsas, posteriormente uma análise de possíveis alternativas para melhorias.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Acessibilidade e Mobilidade

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas a acessibilidade é definida como:

A possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2020, p. 2).



A acessibilidade como define a ABNT busca democratizar o acesso ao espaço público ou privado, tornando o espaço mais acolhedor e inclusivo tanto para quem tem alguma deficiência ou não. As calçadas foram criadas pela divisão do espaço urbano entre pedestres e veículos, em tempos remotos as ruas eram utilizadas apenas no deslocamento de pedestres e animais, quando os carros passaram a ocupar consideravelmente o espaço urbano, as calçadas foram criadas para fornecer ambiente seguro para o tráfego de pedestres (FONSECA, 2012).

Em 1978 a acessibilidade apareceu sucintamente como emenda constitucional de nº 12, de 17 de outubro de 1978, onde a pessoa com deficiência é assegurada de haver uma melhoria de sua condição social e econômica, mediante, entre outros itens, a possibilidade de acesso a edifícios e logradouros públicos (SCHMIDT, 2019).

A acessibilidade vem aparecer com maior visibilidade no Brasil com a Constituição Federal de 1988. Ela garante aos cidadãos que a acessibilidade é um direito universal. No artigo 1º da constituição federal, trata da dignidade da pessoa humana e para o Estado Democrático de Direito Brasileiro, a dignidade é entendida como fundamento maior, de modo que é o responsável por garantir a plenitude desses direitos, uma vez que obriga que haja adequação à acessibilidade (BRASIL, 1988).

Embora na Lei se fale de inclusão mediante a exclusão de barreiras físicas, é pertinente observar que as pessoas que possuem algum tipo de deficiência que restrinja sua locomoção, requerem ações que ultrapassem a simples eliminação de barreiras e a instalação de banheiros acessíveis. São necessárias mudanças de atitude, acompanhadas de um olhar inclusivo e proativo com vistas a uma mudança eficiente, por consequência, têm-se de uma sociedade mais igual, mais equitativa (BECK *et al.*, 2019).



Atualmente estima-se que mais de 45 milhões de brasileiros são portadores de alguma dificuldade para se locomoverem, enxergar, ouvir, ou algum tipo de limitação das faculdades mentais. Isso implica que de 100 pessoas, aproximadamente 7 delas possuem alguma limitação para se deslocarem (IBGE, 2012). É uma quantidade bastante expressiva, tornando assim ainda mais necessária a adequação do espaço urbano para que todos os indivíduos, independente de quaisquer limitações físicas ou cognitivas, possam trafegar com segurança.

De acordo com a ABNT, o desenho universal trata da concepção de produtos, ambientes e serviços que podem ser utilizados por qualquer pessoa sem a necessidade de um projeto específico ou ajuste, incluindo os recursos tecnológicos. “Sendo estes produtos: equiparação das possibilidades de uso, flexibilidade no uso, uso simples e intuitivo, captação da informação, tolerância ao erro, mínimo esforço físico, dimensionamento de espaços para acesso, uso e interação de todos os usuários” (BRASIL, 2000, p. 4).

Os sistemas de mobilidade e acessibilidade ajudam a minimizar as dificuldades que o pedestre pode encontrar ao se deslocar para o trabalho, escola, mercado, assim esses sistemas influenciam diretamente na qualidade de vida da população, na economia, saúde entre outros fatores (CARVALHO, s.d.). Carvalho destaca que:

Sistemas de mobilidade ineficientes pioram as desigualdades socioespaciais, prejudicando os mais pobres, em termos de impactos sobre a renda, oportunidades de emprego, estudo, lazer e condições de tratamento de saúde, além de pressionar as frágeis condições de equilíbrio ambiental no espaço urbano. Assim, os gestores públicos são demandados cada vez mais a adotar políticas públicas alinhadas com o objetivo maior de se construir uma mobilidade urbana sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental (CARVALHO, s.d. pg. 345).



A acessibilidade está relacionada ao bem-estar social e a qualidade de vida das pessoas em uma comunidade, e sistemas eficientes melhoram a vida das pessoas nesses aspectos. O conceito de universalização em projetos de acessibilidade e mobilidade propõe uma arquitetura e design que priorize o pedestre e suas peculiaridades, estabelece padrões para que construções internas e externas se adequem para melhor atenderem as necessidades de locomoção de pessoas que possuem ou não capacidades reduzidas (ABNT, 2020).

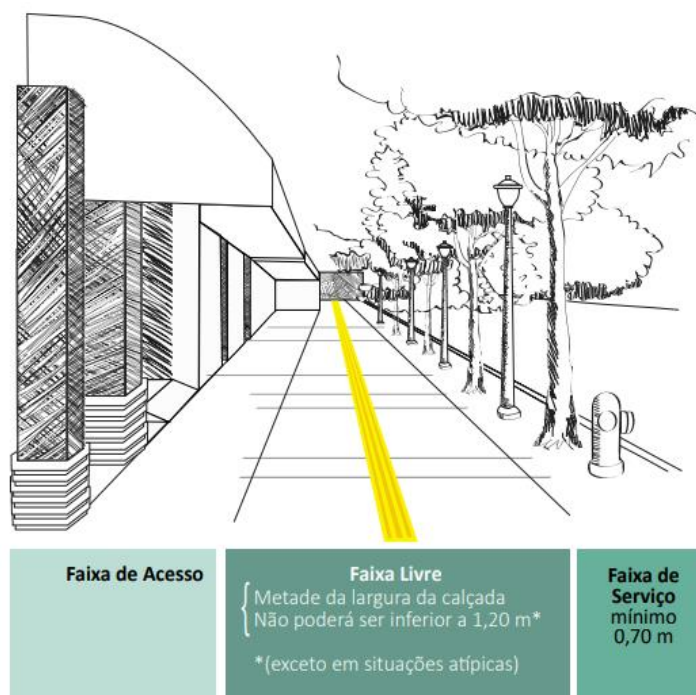
2.2 Calçadas funcionais

As calçadas são compostas por 3 faixas quando possível, mas essencialmente deve ter uma faixa de largura de 1,20 m para o tráfego de pedestres, caso tenha uma faixa de serviço destinada a colocação de algum mobiliário urbano, essa faixa deve ter no mínimo 70 cm. Na faixa livre destinada à circulação de pedestres a inclinação de rampas transversais não pode ser superior a 3% (ABNT, 2020). Há casos em que uma parte da calçada é destinada aos ciclistas, a ciclovia (SANTOS, 2021).

A faixa de acesso é destinada à transição do tráfego na via para a edificação, de forma mais confortável e só pode ser utilizada caso a calçada tenha mais de 2,0 m (ABNT, 2020). A Figura 1 indica quais as delimitações dessas 3 faixas em uma calçada.

O mobiliário urbano que compõe a faixa de serviço pode ser de diversos tipos, bancos, sinalização, podem estar presentes nessa área árvores também, assim o mobiliário urbano é designado como os objetos dispostos nas vias e espaços, que são adicionados aos elementos de urbanização (ABNT, 2020).

Figura 01: Delimitações entre as três faixas que as calçadas podem apresentar.



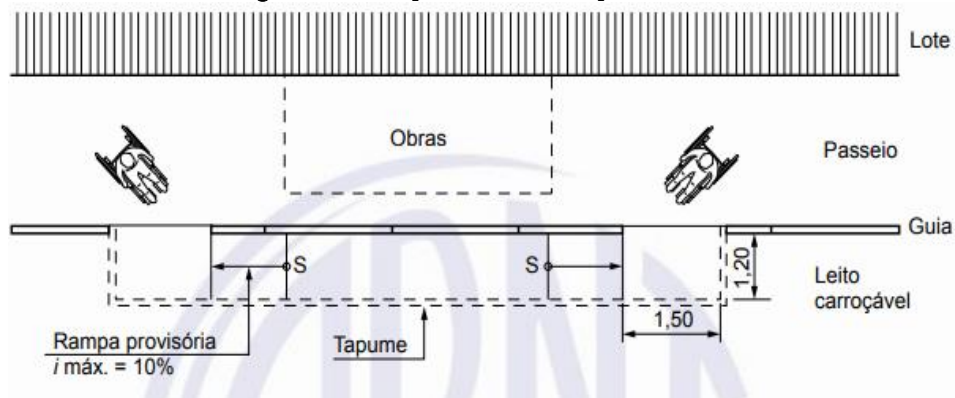
Fonte: CPA (2019).

Segundo a norma, as calçadas devem ter 0,70 m para faixa de serviço, isto é, espaço para árvores, canteiros, mobiliários etc. No caso da faixa livre para tráfego de pedestres, a norma pede 1,20 m de largura de calçadas, tendo no máximo 3% de inclinação e 2,10 m de altura livre (ABNT, 2020).

Quando ocorre algum tipo de construção que afeta o serviço das calçadas deve-se realizar a construção de rampas de acesso provisórias sobre o leito carroçável, como disposto na Figura 2, observando que a largura de 1,20 m deve ser resguardada para a manutenção do tráfego de pedestres (ABNT, 2020, p 77).

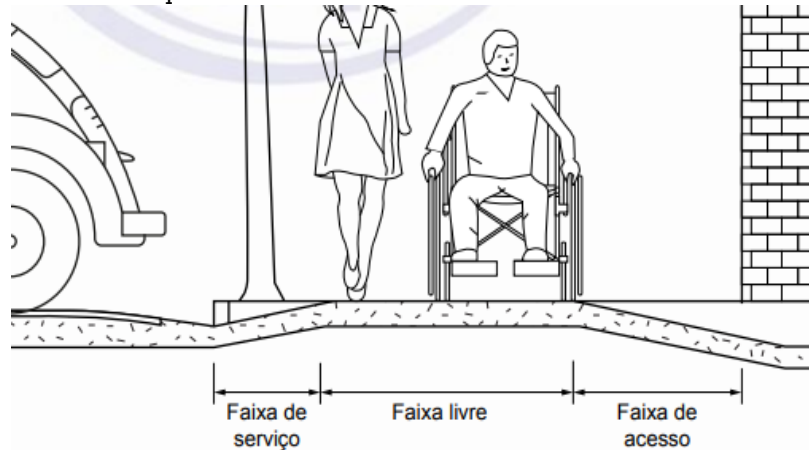
Para que os veículos entrem nas residências é necessária a construção de rampas de acesso, essas rampas não devem comprometer a travessia de pedestres, assim deve ser mantido o espaço de 1,20 sem inclinação, como na Figura 3 (ABNT, 2020).

Figura 2: Rampas de acesso provisórias.



Fonte: ABNT (2020).

Figura 3: Corte esquemático mostrando o acesso correto do veículo ao lote.



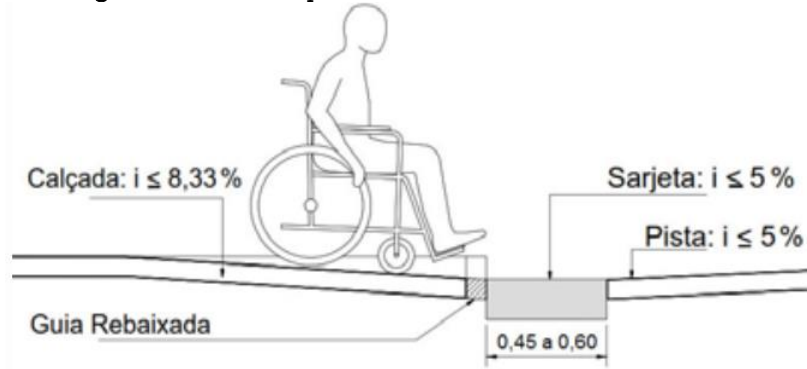
Fonte: ABNT (2020).

Para melhor acessibilidade aos pedestres, principalmente aos cadeirantes, idosos, gestantes etc., onde ocorrer rebaixamento da calçada entre a passagem para o leito carroçável, deverá ser implantada uma faixa de acomodação, entre esses desníveis, sendo de 0,45 a 0,60 cm (ABNT, 2020).

Uma observação acerca dos desníveis permitidos, não abordada antes, o desnível permitido na faixa livre é de 3% e na faixa de acesso de 8,33%. A Figura 4 mostra a vista em corte dessa situação, observa-se que a inexistência desse tipo de acomodação dificulta e pode até mesmo impossibilitar que o cadeirante utilize esse

percurso (ABNT, 2020).

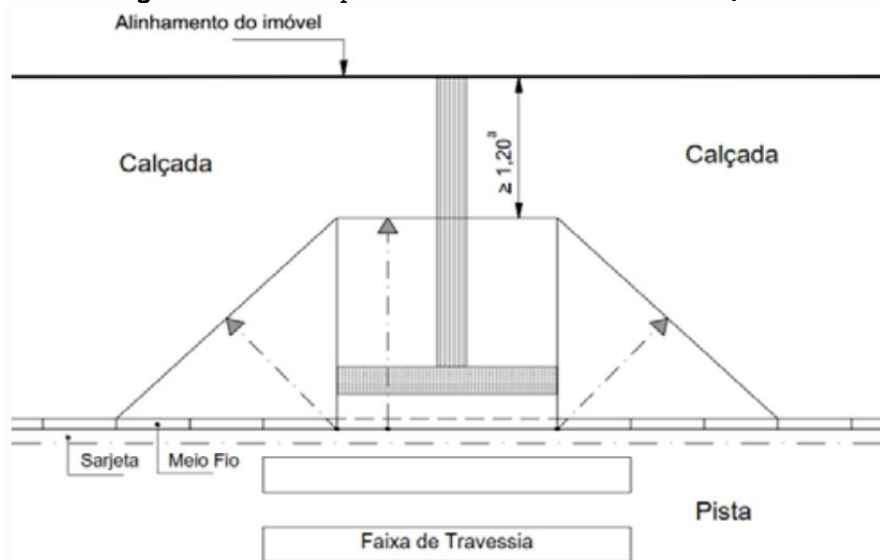
Figura 4: Corte esquemático mostrando a faixa de acomodação.



Fonte: ABNT (2020).

As rampas de acesso são implantadas com a configuração mostrada na Figura 5, onde é necessário deixar a faixa livre com largura de 1,20 m, um detalhe muito importante visível nas figuras, é o piso funcional, tipo de guia de balizamento, servindo para orientar as pessoas com deficiência visual, denominado de piso tátil (ABNT, 2020).

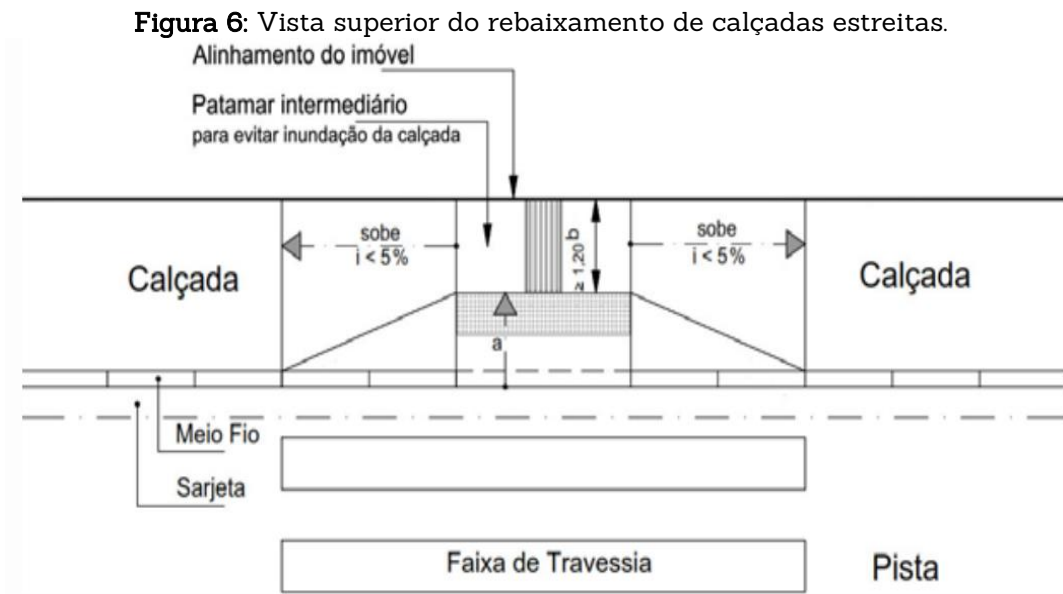
Figura 5: Vista superior do rebaixamento de calçada.



Fonte: ABNT (2020).

Quando é necessária a inserção de rampas de acesso em espaços reduzidos,

devido a calçada se encontrar em espaço reduzido de no mínimo 90 cm da rampa até o alinhamento do imóvel, a seguinte configuração é utilizada (Figura 6), onde a faixa livre tem um tamanho reduzido (apenas nesse ponto onde a rampa é implantada (ABNT, 2020).



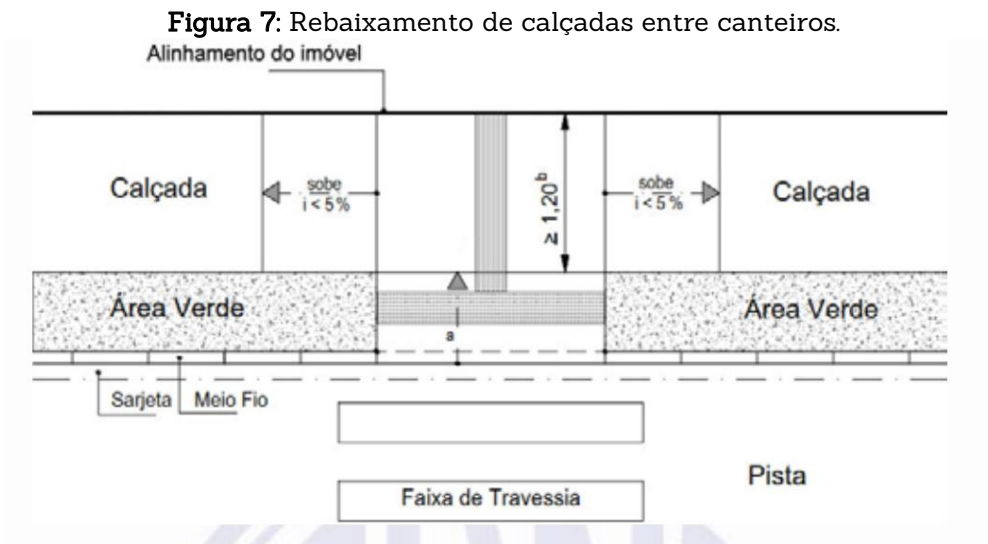
Fonte: ABNT (2020).

Observa-se a necessidade de utilizar um trecho denominado patamar e a inclinação da rampa de até 5% e a largura da calçada deve ser de no mínimo 1,20 m e onde está a rampa a faixa livre de no mínimo 90cm.

Outra configuração a ser utilizada quando a calçada é estreita está esquematizada na Figura 7. O rebaixamento de calçadas entre canteiros indica que a inclinação da rampa de acesso deve ser de até 8,33%, e a largura da faixa livre de até 90 cm em casos excepcionais. Esse tipo de rebaixamento ocorre em locais onde há jardins, por exemplo, ou outros obstáculos (ABNT, 2020).

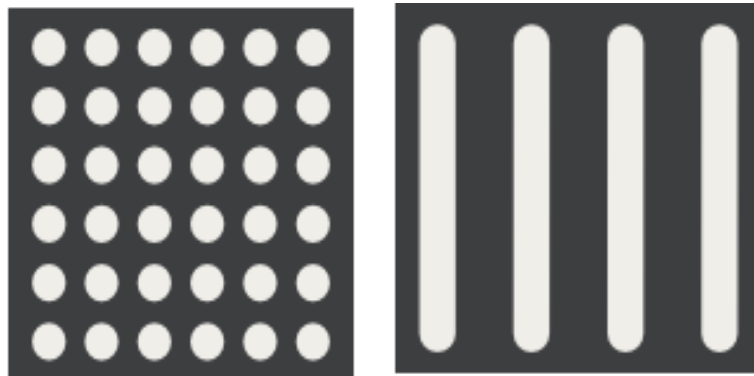
Outro elemento imprescindível quando se fala de acessibilidade nas calçadas é o piso tátil, tornando as rotas mais inclusivas e facilitando a orientação de pessoas

com deficiência visual ou baixa visão, com função de alertar ou direcionar, existe dois tipos, a que indica "pare" (Figura 8 lado esquerdo) e a indicando "ande" (Figura 8 lado direito) (SANTOS, 2021).



Fonte: ABNT (2020).

Figura 8: Dois tipos de pisos táteis.



Fonte: ABNT (2020).

Santos (2021, p. 26) destaca a importância dessa sinalização "Quando as edificações não estiverem alinhadas entre si, o piso tátil direcional deve conectá-las, orientando o percurso de maneira simples, evitando mudanças bruscas de direção".

Uma parte imprescindível para a acessibilidade das calçadas é o seu



calçamento, os materiais utilizados para esse revestimento devem possuir superfície firme, estabilidade, e serem antiderrapantes, pisos que causam trepidações são inadequados, prejudicando pessoas com carrinho de bebê, deficientes visuais, e pessoas de cadeira de rodas entre outros (ABNT, 2020).

Recomenda-se a utilização de blocos intertravados, pois além de serem antiderrapantes, apresentam alta resistência e quando são molhados sua superfície não fica escorregadia, o que poderia prejudicar os pedestres provocando quedas por exemplo, como os pisos cerâmicos (SANTOS, 2021). A Figura 9 mostra o tipo de piso adequado para revestimento das calçadas, do tipo bloco intertravado (PEREIRA, 2019).

Figura 9: Calçada com piso intertravado de blocos de concreto.



Fonte: Pereira (2019).

Na Figura 9 também podemos observar a presença dos dois tipos de pisos táteis, e as cores contrastantes com as cores dos blocos de concreto, facilitando o tráfego de pessoas com deficiências visuais.

2.4 Projeto de intervenção

Para realizar a adequação de calçadas de uma região as normas, é necessário um projeto de intervenção, adequando as características do local a uma calçada



com acessibilidade, a Figura 10 mostra as intervenções feitas em uma faixa de calçada de um edifício (SANTOS, 2017), observa-se que anteriormente a faixa de acesso dos moradores possuía largura igual à da calçada, impedindo as pessoas de circularem com segurança.

Figura 10: Calçada com piso intertravado de blocos de concreto.



Fonte: Santos (2017).

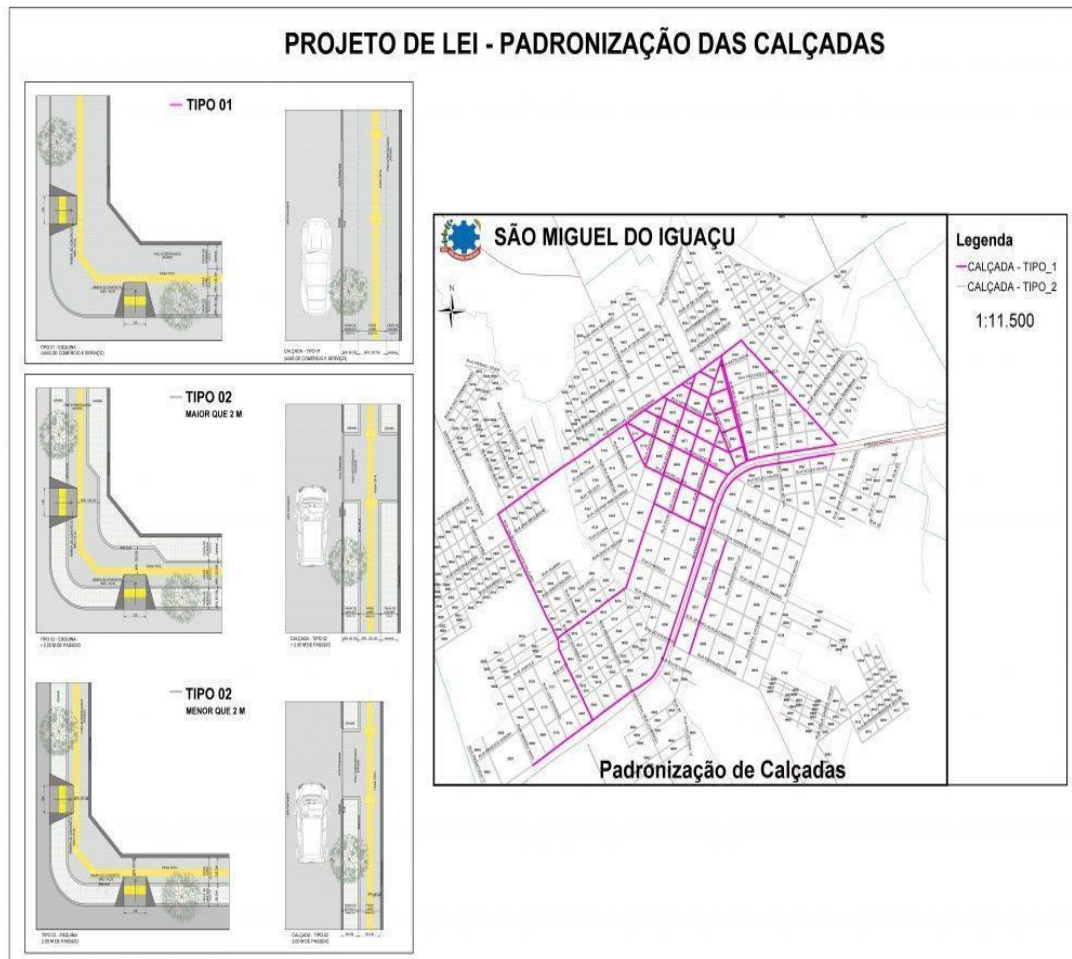
Quando as condições de acessibilidade e mobilidade dos pedestres é afetada, intervenções precisam ser realizadas, pois o lugar em que os pedestres devem e têm o direito de circularem com segurança são as calçadas, assim os projetos de intervenção são imprescindíveis para que a qualidade de vida dos cidadãos melhore.

As calçadas são de responsabilidade do proprietário do terreno, mas em muitas cidades a quantidade de irregularidades é muito grande e cabe às prefeituras organizarem a situação, um exemplo é São Miguel do Iguazu - Paraná, o projeto de padronização da calçada está disposto na Figura 11 (KLASSMANN, 2018).

Nesse projeto de padronização das calçadas da cidade pode-se observar as vias que foram padronizadas, nas linhas em destaque, e quais foram as ações realizadas para que essas calçadas oferecessem acessibilidade e melhorasse assim a circulação dos pedestres, em especial aqueles que possuem dificuldades de

locomoção, observa-se assim que um projeto bem elaborado pode ser muito útil para a sociedade, principalmente se for implantado em um área de trânsito intenso de pedestres, como geralmente os centros das cidades, onde estão localizados uma grande quantidade de lojas, serviços, entre outros.

Figura 11: Exemplos de um projeto de lei para padronização de calçadas.



Fonte: Klassmann (2018).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área estudada

A área estudada abrange algumas calçadas do Centro de Balsas, a Figura 12 possibilita a visualização das ruas analisadas, sendo um tipo de amostra da situação



das calçadas nesse setor.

Figura 12: Delimitação das ruas onde as calçadas foram analisadas.



Fonte: Autores (2023).

3.2 Materiais e Métodos

O estudo consistiu em uma visita a essas vias para observar as condições das calçadas, verificar quais problemas de acessibilidade elas apresentam, e algumas calçadas visivelmente estreitas foram medidas para constatar se o mínimo permitido de faixa livre (1,20 m) estava sendo obedecido.

As principais características observadas são as medidas das faixas das calçadas; faixa de transição, faixa livre e faixa de serviço quando existentes. Cada calçada de um terreno foi denominada como um ponto específico, para analisar quantas estão de acordo com a norma, quantas possuem piso adequado, rampas de acesso.

Ao percorrer as calçadas das 4 ruas da amostra, foram observadas quais estavam de acordo ou não com a norma vigente, ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020), em um primeiro momento buscou-se quantificar essas informações, quanto a presença de rampas de acesso, faixas da calçada com o tamanho mínimo exigido, presença de entulhos ou algum tipo de material que pudesse dificultar a passagem de pedestres ou até inviabilizar, porém todas as calçadas apresentaram problemas.



Após a constatação com a visita, de muitas divergências com a norma de acessibilidade, foram apontados os principais agravantes para a mobilidade encontrado em cada uma das ruas, uma vez que todas estavam com irregularidades.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao percorrer as calçadas nas vias analisadas, observando os principais problemas de acessibilidade, foram feitos os seguintes apontamentos dispostos no Quadro 1.

Quadro 1: Problemas de inacessibilidade encontrados nas faixas de calçadas.

Rua	Principais inconformidades com a norma ABNT NBR 5090:2020
Rua Santo Antônio	Calçadas estreitas e esburacadas.
Rua Cel. Silva Neto	Calçada com 1m de largura, lixeira tomando todo o espaço da calçada.
Rua Padre Franco	Calçada inacessível devido a quantidade de lixo, estreitas e com desníveis frequentes.
Rua Melquiades Moreira	Constantes mudanças de níveis entre as faixas de calçadas e degraus na porta das residências, em um ponto a calçada não tinha meio-fio.

Fonte: Autores (2023).

Acerca das condições encontradas, notou-se que em nenhum ponto havia faixas de calçadas em conformidade com a norma, a Figura 13 mostra duas faixas onde não havia desníveis, porém a largura delas era inferior a 1,20 m, ambas não possuem rampas de acesso.



Figura 13: Calçadas com revestimentos sem desníveis ou mobiliário urbano atrapalhando o tráfego.



Fonte: Autores (2023).

Os outros pontos observados apresentaram inconformidades diversas, principalmente quanto a existência de degraus, desníveis, faixas de acesso tomando toda a calçada, mobiliário urbano em local inadequado, buracos, entulho, e inexistência de rampas de acesso. A Figura 14 mostra as imagens dos pontos com calçada menor que 1,20 m.

Figura 14: Calçadas estreitas.



Fonte: Autores (2023).



O trecho de calçada com menor largura encontrado tem 0,67 m, porém há pontos com nenhuma calçada, ou calçadas inviáveis para pedestres se locomoverem. Em um ponto (Figura 15), encontra-se uma rampa de acesso para cadeirantes, o que chama atenção para a forma como o cadeirante precisa chegar até essa rampa para entrar no estabelecimento, para isso o cadeirante utiliza a via destinada ao trânsito de veículos, representando um problema para sua segurança, pois esse não é o espaço que deveria ser utilizado, observa-se na imagem que a calçada onde está presente a rampa não apresenta faixa livre.

Figura 15: Rampa para cadeirante.



Fonte: Autores (2023).

A Figura 16 mostra as imagens dos outros pontos observados, nelas pode-se ver a quantidade de desníveis e degraus em uma mesma calçada, a falta de revestimento adequado, lixo e mobiliário urbano impedindo a passagem de pedestres, placas de sinalização, postes, lixeiras etc.



Figura 16: Imagens dos principais problemas encontrados.



Fonte: Autores (2023).

Em vista desse cenário, em um ponto de constante fluxo de pedestres, por ser área central, a condição dessas calçadas está prejudicando a mobilidade urbana, os pedestres são maioria, e as pessoas que utilizam veículos também utilizam as calçadas para chegar aonde precisam, principalmente no Centro onde existem muitas lojas, entre outros estabelecimentos.

É visível a exclusão das pessoas que precisam utilizar esse espaço para se deslocarem. A situação se torna mais crítica ao observar que para um cadeirante, pessoa que utiliza algum equipamento para ajudar na locomoção etc., as calçadas não oferecem condições de acesso e eles precisam percorrer esse caminho pelas ruas, se deslocando em um espaço que não lhes cabe e correndo risco de sofrerem acidentes.

5 CONCLUSÃO

As calçadas são imprescindíveis para a mobilidade urbana, devendo ser um espaço adequado e seguro para o trânsito de pedestres. A ABNT NBR 9050 (ABNT, 2020) estabelece os critérios necessários para a acessibilidade dessas vias, para promoção da inclusão e acessibilidade universal. Ao visitar as ruas delimitadas no



trabalho, constatou-se que a realidade das calçadas no centro da cidade de Balsas apresenta irregularidades e assim prejudica a acessibilidade e inclusão, principalmente das pessoas que possuem mobilidade reduzida.

As observações feitas mostram a necessidade de uma adequação das calçadas nas vias centrais em Balsas, pois estão em sua maioria inacessíveis, e um projeto de lei por exemplo poderia beneficiar a população e tornar o ambiente mais harmônico visualmente, facilitando o tráfego de pedestres, melhorando a qualidade de vida das pessoas que residem nesses locais e as que utilizam esse espaço.

Enfim sabe-se que o dimensionamento correto das vias, ruas e calçadas, nos centros urbanos é muito importante, devido a quantidade de pessoas que circulam nesse espaço diariamente, logo será necessário em algum momento ajustar esse cenário em Balsas.

REFERÊNCIAS

BECK, M. P. et al. **Manual de acessibilidade nas edificações da Justiça Federal.**

Conselho da Justiça Federal. 2019. Disponível em:

https://www.trf3.jus.br/documentos/adeq/Socioambiental/PLS/Res_560_2019_CJF_-_Manual_de_Acessibilidade.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF:

Presidência da República, [2016]. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso dia: 5 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº. 10.098, de 19 de dezembro de 2000.** Estabelece as normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110098.htm. Acesso em: 12 jul. 2022.

CARVALHO, C. H. R. **O Estatuto da Cidade e o Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana.** S.d. Disponível em:

<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9186/1/Mobilidade%20urbana.pdf>.



Acesso em: 04 abr. 2023.

CPA (Comissão Permanente de Acessibilidade). **Calçadas e vias exclusivas para pedestres**. SPMED, São-Paulo, 2019. Disponível em:
https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/pessoa_com_deficiencia/arquivos/Livreto-Calçadas-Uso-Digital-VersaoFinal2.pdf. Acesso em: 04 abr. 2023.

ENAP - Fundação Escola Nacional de Administração Pública. **Acessibilidade em espaços urbanos**. Módulo 2: Mobilidade urbana e acessibilidade. Diretoria de Educação Continuada, Brasília, DF, 2020. Disponível em:
<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/5455/2/M%c3%b3dulo%202%20-%20Mobilidade%20Urbana%20e%20Acessibilidade.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

FONSECA, F. L. **Os calçadões e sua importância para a qualidade urbana na área central de Juiz de Fora**. 2012. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Departamento de Mestrado em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012. Disponível em:
<https://www2.ufjf.br/ambienteconstruido//files/2012/03/F%c3%a1bio-Fonseca-2012-Os-Cal%c3%a7ad%c3%b5es-e-sua-import%c3%a2ncia-para-a-qualidade-urbana-na-%c3%a1rea-central-de-Juiz-de-Fora-disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KLASSMANN, T. Prefeito sanciona Lei de padronização das calçadas e programa Caminho Seguro. **Prefeitura de São Miguel do Iguaçu**. 2018. Disponível em:
<https://www.saomiguel.pr.gov.br/prefeito-sanciona-lei-padronizacao-calcadas-caminho-seguro/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

PEREIRA, Caio. **Piso Intertravado**: O que é, principais tipos, vantagens e desvantagens. Escola Engenharia, 2019. Disponível em
<https://www.escolaengenharia.com.br/piso-intertravado/>. Acesso em 12 jul. 2022.



OLIVEIRA, S. A. **Mobilidade e segurança do pedestre no trânsito nas cidades brasileiras**. 2017. 43 f. Dissertação (Mestrado em Segurança Viária) – Departamento de Pós-Graduação em Segurança Viária, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2017. Disponível em: <https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/4625/1/Mobilidade%20e%20Seguran%C3%A7a%20do%20Pedestre%20no%20Tr%C3%A2nsito%20nas%20Cidades%20Brasileiras.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SANTOS, P. M. et al. **8 Princípios das calçadas**. WriBrasil. 1 ed, 2017.

SANTOS, A. C. Q. **Normalizando calçadas seguras para novos loteamentos em Chapecó/SC**. UFSC, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, 2021.

SCHMIDT, F. **Pessoas com deficiência: breves notas sobre sua terminologia, seu conceito jurídico e sua disciplina constitucional no Brasil**. Revista Jurídica do MPE-TO, ano 12, n. 17, 2º semestre de 2019. Disponível em: <https://cesaf.mpto.mp.br/revista/index.php/revistampto/article/view/14/3>. Acesso em: 18 abr. 2023.



A TECNOLOGIA BIM E SUA IMPORTÂNCIA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Juliana Ferreira Costa ¹

Willame Braga Lima ²

RESUMO

Building Information Modeling (BIM) refere-se a Modelagem de Informação da Construção e é um agrupamento de tecnologias, processos e políticas que possibilita que muitos ramos de atuação consigam, em parceria, realizar projetos, construções e operações. Este artigo tem como objetivo mostrar como a implantação da tecnologia BIM pode favorecer de forma positiva o mercado da construção civil. O trabalho será de uma revisão bibliográfica, o método de pesquisa será qualitativo por meio de levantamentos bibliográficos através de artigos e pesquisas científicas sobre a tecnologia Building Information Modeling e como a mesma é relevante para o mercado da construção civil. Portanto, BIM diminui consideravelmente as falhas que podem aparecer em todo o processo de construção, pois pode ser utilizado na obra do início ao fim e consegue prevenir as problemáticas com eficácia, pois é uma ferramenta que contribui para a melhoria do fluxo de trabalho, gestão das informações e procedimentos.

Palavras-chave: BIM. Construção. Civil.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) refers to Building Information Modeling and is a grouping of technologies, processes and policies that enable many branches of activity to be able to, in partnership, carry out projects, constructions and operations. This article aims to show how the implementation of BIM technology can positively favor the civil construction market. The work will be a bibliographic review, the research method will be qualitative through bibliographic surveys through articles and scientific research on Building Information Modeling technology and how it is relevant to the civil construction market. Therefore, BIM considerably reduces the failures that may appear throughout the construction process, as it can be used in the work from start to finish and manages to effectively prevent problems, as it is a tool that contributes to the improvement of the workflow, management of information and procedures.

Keywords: BIM. Construction. Civil.

INTRODUÇÃO

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, ferreiracostajuliana@gmail.com

² Especialista e Mestrando em Estruturas, Universidade Federal do Maranhão, wblima@ufma.br



A modelagem da informação BIM, está relacionada a preparação de modelos tridimensionais e possibilita com isso um modelo mais qualificado e eficiente, e que por meio desses elementos, otimizam os procedimentos realizados na construção civil. A utilização dessa tecnologia faz com que surjam novas possibilidades para as empresas e profissionais no campo da construção civil. No Brasil, a utilização do BIM ocorreu em 2002, através da empresa do arquiteto Luiz Augusto Contier. A partir disso, alavancou a utilização da plataforma e ocorreu de maneira gradativa, e com enfoque na fase de projeto de edifícios do setor privado (CAMPESTRINI et al, 2015).

Nos dias atuais aconteceu um aumento na utilização de tecnologias na construção civil, com a necessidade de diminuir os prazos de realização das construções, diminuindo os gastos e dessa maneira ampliando a eficácia no processo de produção. Campestrini et al. (2015), falam que atualmente a área da construção civil vem ganhando cada vez mais crescimento, assim a mesma se tornou responsável por gerar milhões de empregos, cooperando para que ocorra inovações no mundo.

Este é um setor que evoluiu vastamente no decorrer dos anos, se tornando um mercado cada vez mais competitivo, estabelecendo mais produtividade, assim como qualidade, boa utilização dos materiais e mão de obra. Em meio as necessidades, a tecnologia BIM que são usadas nas obras vem ganhando mais importância a cada dia, por meio desta, se torna possível ter muito mais eficiência e resultados.

O *Building Information Modeling* (BIM) pode ser caracterizado como uma filosofia de trabalho que é capaz de possibilitar a conexão das áreas de arquitetura, engenharia e construção no decorrer do ciclo de vida do projeto (ABED; ADNAN, 2019). O BIM acaba apresentando um alto potencial para que ocorra uma



otimização do planejamento e execução de projetos multidisciplinares, causando muitos impactos, sendo eles vistos como positivos na qualidade dos projetos e na produtividade das equipes de trabalho.

Dessa maneira, os sistemas BIM, seguem modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação para que possam permitir por meio deles o desenvolvimento de alterações dinâmicas no modelo gráfico, que consigam refletir em todas as pranchas de desenho que se encontram associadas, nas tabelas de orçamento e especificações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Costa *et al.* (2015), todas essas tecnologias estão sendo usadas para diminuir o esforço do trabalho, e buscando o aumento da produtividade assim como a melhoria na qualidade dos seus produtos. Com isso os sistemas que têm a tecnologia BIM podem ser avaliados como uma nova evolução para os sistemas CAD, gerenciando a informação no decorrer do ciclo de vida completo de um empreendimento de construção, mediando um banco de informações essenciais a um projeto, conectado à modelagem em três dimensões.

Assim nos sistemas CAD, a geometria tem como base as coordenadas para o realizar o desenvolvimento de entidades gráficas, desenvolvendo elementos de representação. Conforme Paiva (2016), a mudança de um projeto que é feito em CAD (2D e 3D) sugere inúmeras modificações “manuais” dos objetos que foram representados. BIM é descrito como um processo de desenvolvimento de um modelo digital de um certo empreendimento, sendo uma tecnologia que segue a obra durante o ciclo de vida, conseguindo assim prevenir as patologias com uma maior facilidade, pois é um instrumento de gestão das informações, fluxos de trabalhos e procedimentos.



Esta tecnologia é um processo inteligente de modelagem 3D que põe à disposição as ferramentas e conhecimentos aos profissionais para que dessa maneira consigam planejar, projetar, construir e gerenciar edificações e infraestruturas de forma mais eficiente. Miranda e Salvi (2019) afirmam que o BIM proporciona a construção de “um modelo digital do edifício que retrata não somente as características geométricas, mas além disso o inter-relacionamento através de componentes e os muitos parâmetros e características destes, fornecendo também informações relevantes para a tomada de decisão”.

Podendo dizer que o pilar de um sistema BIM é o banco de dados que, além de evidenciar a geometria dos elementos construtivos em três dimensões, registra seus atributos e, com isso, transmite mais informação do que os modelos de CAD tradicionais. Além do que, como os elementos são paramétricos, é possível alterá-los e com isso adquirir atualizações instantâneas durante o projeto. Esse processo estimula a experimentação, diminui conflitos entre elementos construtivos, facilita revisões aumentando ainda a produtividade. (MIRANDA; SALVI, 2019).

O método BIM é empregado no decorrer do processo de construção e assim, com isso se chega ao processo de gestão da infraestrutura (manutenção). No modelo BIM fazem parte todos os dados que são relativos a espaços, acabamentos e equipamentos instalados na construção, compartimentos, as informações que são necessárias para a operação e manutenção e, a sua utilização pode gerar uma redução entre 3% e 6% nos custos de contrato de manutenção. Desse modo, as atividades se tornam mais breves, tendo um menor tempo de resposta e menores custos de energia, água e outros insumos (SOTÉRIO; MACHADO, 2018).

A disposição bem como a forma de realizar a organização dos elementos técnicos atuais vem tornando mais fácil as inevitáveis reformas, assim como as adaptações no decurso da vida útil da edificação, onde é útil em possíveis



demolições, reuso ou comissionamento de edificações, podendo ocasionar outros benefícios como melhor gestão dos sistemas de condicionamento de ar, diminuir as paradas para manutenção não planejada e ainda a extensão da vida útil de equipamentos, entre outros.

METODOLOGIA

No presente artigo foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, esse método de pesquisa foi qualitativo mediante levantamentos bibliográficos de artigos e pesquisas científicas em periódicos especializados onde a origem se deu em repositórios de universidades e com bases científicas e livros que falavam sobre o tema, entre os anos de 2014 a 2023. Para realizar a pesquisa foram escolhidos artigos científicos sobre os quais foi feita uma análise dos resumos e identificado os artigos pertinentes ao estudo.

A pesquisa bibliográfica pode ser explicada como um levantamento de toda a bibliografia já publicada, sendo em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Tendo como objetivo fazer com que o pesquisador possua o acesso ao material escrito sobre um determinado assunto, com desígnio de análise para pesquisas ou na manipulação de suas informações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A BIM é um modelo que gera um impacto positivo no ramo da construção civil, fazendo com que ocorra um maior desenvolvimento (SOTÉRIO; MACHADO, 2018). Entre esses impactos positivos é possível destacar o ganho de produtividade, ampliação de eficiência, previsão das incompatibilizações multidisciplinares, visualizar melhor os projetos, ter uma gestão mais rápida de alternativas de projeto, análises críticas, diminuição de custos, automatização de processos construtivos e de projetos, projetos em multiplataformas, realizar as trocas



de informações entre profissionais, modelagem de projetos, promoção da colaboração entre equipes, fazer o controle de dados e informações técnicas.

Na era moderna, a tecnologia BIM evoluiu de dimensões básicas em 3D e 4D para dimensões mais sofisticadas em 5D, 6D e 7D, preparadas para mudar o futuro da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (COSTA et al., 2015).

Onde a dimensão 3D realiza a renderização tridimensional do artefato, sendo assim, umas das maneiras mais usadas do BIM onde é um processo que reúne as informações gráficas e não gráficas para criação de modelos 3D. A 4D acontece a análise se está compatível em relação ao planejamento do canteiro de obras, e programa os dados que auxiliam a descrever quanto tempo realizará o projeto e toda a evolução.

A 5D faz a análise de custos em tempo real com notificação de alterações; contagem automática de componentes associados a um projeto; análise simplificada de custos e análise orçamentária com gastos previstos e reais ao longo do tempo. A dimensão 6D ocorre a avaliação da sustentabilidade, permite um planejamento de atividades de manutenção com antecedência, desenvolve perfis de gastos durante a vida útil da construção e evita reparações.

Já a tecnologia 7D está relacionada a gestão de instalações, onde faz com que haja a substituição simples de peças e reparos a qualquer momento e assim acontece o processo de manutenção simples para empreiteiros. Com isso, essa tecnologia vem sendo empregada como uma plataforma de comunicação online, pois a mesma integra à realidade virtual e às tecnologias de comunicação on-line, sendo um instrumento de troca de informações entre os projetistas e construtores (SOTÉRIO; MACHADO, 2018)

Assim a tecnologia BIM faz com que, no decorrer da fase de projeto, possa rastrear todas as alterações feitas nos elementos de projeto com seus níveis de



detalhes, com isso os gerentes vão monitorar o progresso real de modelagem do projeto na realização de cada fase, como nas datas de início e término para tomada de decisões. A realização do projeto causa impressões, aparências gráficas ou dados vinculados no modelo BIM que podem ser usuais para acompanhar o progresso e maturidade do projeto (COSTA *et al.*, 2015).

O RAMO DE ATIVIDADES TRABALHISTAS

Se transforma de forma constante, permanecer preparado para essas mudanças acabam capacitando os profissionais para que se possa passar por todo tipo de desafio que venha a aparecer, conseguindo resultados expressivos com mais qualidade, agilidade e competência. Sua aplicação nasceu na construção civil para deixar mais fácil e com isso poder suprir as necessidades de controlar e coletar informações e assim ainda garantir o sucesso da empreitada (PAIVA, 2016).

Sua gestão ocorre desde do controle de materiais, análise de viabilidade, estoque, seguir o cumprimento de prazos, entre outras questões que exigem uma atenção redobrada. O uso dessa tecnologia compreende muitos benefícios como a maior produtividade das equipes podendo chegar de 25% a 50%, diminuição de prazos de serviços chegando a cerca de 25%. Redução de revisões e retrabalho assim como a possibilidade de novas apresentações do trabalho em animações, experiências de realidade virtual para ocorrer o melhor entendimento do empreendimento, assim como também na prevenção do aparecimento de patologias. (PAIVA, 2016).

No processo de obra existem outras vantagens a serem enfatizadas como a redução de 5% nos prazos e nos custos de obra, aumento da produtividade da mão de obra no canteiro, sobretudo a de controle e gestão da obra, melhoria da qualidade dos projetos e diminuição das patologias (COSTA *et al.*, 2015).



Na mudança no modelo BIM da forma atual de fazer projetos o projetista deixa de usar somente linhas em 2D passando a ter objetos e parâmetros definidos, com 3D e informações de acabamentos, assim como as dimensões e localização exata de cada estrutura. Essa ferramenta pode se referir a quantidades de insumos, mão de obra empregada, quantitativos de materiais e seus custos, apoiando o orçamento e o planejamento da obra.

Todos os procedimentos utilizados para ocorrer o aumento do fator competitivo, ajuda as instituições a aproximar ou manter um lugar notório no mercado, o que se torna ainda necessidade para a Indústria da Construção Civil (PAIVA, 2016). Contudo, em meio de seus processos, são vistos ainda alguns métodos ultrapassados e se tornam ineficientes nas questões de gerenciamento de projetos, planejamento, orçamentação, comunicação e segurança.

Paiva (2016), apresenta as principais etapas encontradas no ciclo de vida de um empreendimento de construção e os aspectos que se encontram envolvidos. Para originar cada etapa, pode se encontrar associada o emprego de tecnologias digitais, sendo que entre elas o BIM se destaca por consentir que os participantes trabalhem de maneira compartilhada com as mesmas informações, onde algumas delas em são conseguidas em tempo real, requerendo realizar um maior controle dos processos de produção e, no final, arquivando em formato digital as informações sobre o empreendimento.

Segundo Costa et al. (2015), estas são as utilizações do BIM, para redução das patologias dos processos de Construção civil, na área de projetos (design) com registro de todas as informações durante todo o ciclo de vida, gerenciamento, tomada de decisão, quando as partes interessadas possuem acesso às mesmas informações, por se tratar de trabalho compartilhado diminuindo os ruídos e impedindo retrabalho.



Realizando a gestão de redes de suprimentos registrando e rastreando as informações, contratos, consentindo adaptabilidade a muitas relações clientes, projetista, empreiteiros, ativos imobiliários, orçamento e custos, promovendo levantamento quantitativo e estimativa de custos com informações confiáveis, identificação dos perigos assim como os riscos em canteiros de obras, pelo registro de projeto e informações.

Fazer o uso desse sistema nas construtoras é vista como uma decisão inteligente que necessita ser realizada de maneira estratégica, considerando as precisões de cada empresa (DOUMBOUYA; GAO; GUAN, 2016).

De acordo com Alves (2014), os benefícios que são conseguidos por meio de cada dimensão da plataforma BIM são a modelagem, levantamento de quantitativos de insumos, sustentabilidade: simulações e análises de consumos de energia e emissão de CO², representação de projetos em três dimensões, projetos colaborativos multidisciplinares, orçamentos em tempo real, apresentações comerciais, coordenação planejamento e coordenação de atividades e prazos, rastreamento de materiais sustentáveis aplicados para a construção, certificações, armazenamento de informações para realizar a operação e planos de manutenção e concordância com normas de operação do empreendimento.

O modelo BIM vem originando vantagens para as empresas, diminuindo custos, prevenindo patologias e ainda otimizando os processos para a sociedade com a diminuição de resíduos e ocasionando o aumento da sustentabilidade, e ainda para a economia do país, acelerando os processos construtivos, crescendo o Produto Interno Bruto (PIB).

Apesar de todas as dificuldades para conseguir a implementação do BIM, as empresas necessitam alcançar valor da tecnologia e pensar nela como um investimento, assim essa ferramenta funcionará em benefício da construção civil.



(DOUMBOUYA; GAO; GUAN, 2016).

Segundo Doumbouya e Gao, Guan (2016), o sistema BIM permite ter mais celeridade e inovação, simulando assim cada detalhe estrutural da obra, trazendo informações aprofundadas e admitindo a atualização do modelo em tempo real, como prazos, orçamentos e materiais usados, tornando mais fácil a tomada de decisão, tanto do profissional, quanto das empresas que se encontram envolvidas no projeto em si, assim como a qualidade e precisão nos projetos.

Essa ferramenta permite realizar projetos mais assertivos, pois sugere uma melhor visão e entendimento das estruturas, dos projetos que estão advindo dentro da obra e, sobretudo, dos dados, ficando mais fácil prever e assim controlar erros, planejar a reorganização da agenda com possíveis atrasos no cronograma da construção (SOTÉRIO; MACHADO, 2018).

Sendo avaliada de acordo com Alves (2014), uma base de dados confiável que as suas informações são coordenadas, interligadas mediante um software, toda a equipe passa a ser avisada sobre o projeto e suas especificações, podendo fazer os ajustes em tempo real, sem danos à construção.

Outro ponto que pode auxiliar para melhorar as fragilidades é a de verificar todos os documentos que são imprescindíveis para a edificação por intermédio dessa ferramenta, facilitando com isso o trabalho de toda a equipe que se encontra envolvida em cada fase do projeto, diminuindo o ruído de informações.

Possuindo um sistema integrado e eficiente, tendo a visualização de todos os projetos faz com que seja possível fazer um planejamento mais assertivo na priorização para a realização das atividades, ocorrendo o aumento da produtividade da equipe e ainda otimização do trabalho (ALVES, 2014).

A construção civil está em constante mudança e é impensável negar que as novas tecnologias que vêm surgindo com bastante frequência, em todas as áreas



da indústria, não tenham chegado também à construção civil. Essas mudanças chegaram para a melhoria dos processos e para a prevenção e tratamento precoce de patologias na construção (ALVES, 2014).

A tecnologia BIM necessita ser observada como uma ferramenta para aumentar a qualidade dos projetos. Abed e Adnan (2019), já falam sobre a melhoria da documentação técnica dos projetos de edificação e das características do BIM que melhoram além disso o processo de projeto.

Se tratando de usuários de software CAD tradicionais, a confecção de desenhos técnicos vai depender do trabalho manual do cadista ou projetista. Softwares BIM geram os desenhos técnicos automaticamente, de forma mais rápida, sem trabalhos manuais sendo mais livre de erros.

A tecnologia BIM consente que a documentação técnica seja feita de forma mais consistente, detalhada, assim como dados mais precisos, podendo possuir todas as elevações do projeto, cortes melhores e mais representativos, que sejam suficientes para o entendimento do projeto, sobreposição de pranchas entre outros aspectos (ABED; ADNAN, 2019).

Essa alteração automática de todas as representações, quando ocorre a modificação no modelo, é a evolução do BIM que vai eliminar um grande problema no processo de projeto que é a necessidade de correções na documentação técnica (ALVES, 2014). O protótipo BIM admite que se tenha agilidade nas correções, facilidade para realizar os trâmites, consistência de dados e diminuição de incompatibilidades. Mesmo que não esteja empregando todo o potencial do BIM, o uso de softwares que aguentam a tecnologia acrescenta qualidade ao projeto-produto e ao projeto-processo.

Uma simulação digital de um edifício que possui três dimensões pode simular características físicas assim como as funcionais reais do edifício antes mesmo de



ser construído, para confirmar a adequação, e ainda solucionar problemas e simular e analisar as interferências que possam ocorrer devido às patologias (ALVES, 2014).

As partes que são interessadas podem ser orientadas para as tomadas de decisões, controlando os custos, os cronogramas de execução, o retrabalho e reduzindo a probabilidade de disputas legais (MIRANDA; SALVI, 2019).

O BIM também é uma tecnologia que agrega aplicativos, software e ferramentas de tecnologia da informação com desígnio de projetar um edifício em uma plataforma comum que não depende do software usual (AZEVEDO, 2019).

Uma ferramenta fundamental para os projetos no decorrer do planejamento e a construção destacando os seus principais benefícios, como os de coordenar projetos arquitetônicos e estruturais com os sistemas MEP (Mecânico, Elétrico e Hidráulico) em um modelo multidisciplinar único, diminuir os desperdícios, economizar recursos e tempo e auxiliar no gerenciamento de projetos.

Com relação ao levantamento de quantidades e custos, se torna possível vincular os dados do BIM a um software de estimativa que exportam as quantidades para uma planilha eletrônica (AZEVEDO, 2019). O BIM permite, além disso, a exportação de informações para plataformas que são dedicadas para a realização dos cálculos de custos, digitalizando o modelo para fazer a identificação de itens em conflito entre o modelo, códigos e padrões de informação, acrescentando a confiabilidade das informações e economizando com isso o tempo em comparação com métodos tradicionais de levantamento de quantidades.

Uma pesquisa BIM que é referente a levantamento de quantidades classificou cinco importantes itens: a automação de quantidades; economia de tempo; uma melhor qualidade da decisão; coordenação de dados; e a melhora da qualidade do projeto (MIRANDA; SALVI, 2019).



BIM serve como plataforma para realizar a comunicação virtual agregando a outras tecnologias de comunicação on-line, proporcionando a capacidade para se compartilhar as mesmas informações visuais no ambiente em comum ao mesmo tempo podendo diminuir as chances de falta de comunicação entre os participantes em locais diferentes.

Destacando uma aplicação interessante da tecnologia digital BIM a visualização de progresso. Dessa maneira, fornecer informações de progresso na forma de relatórios textuais não podem trazer aos gerentes feedback intuitivo sobre o progresso real. Azevedo (2019), sugere um método para realizar a exibição do progresso visual. Gerentes podem visualizar o canteiro de obras a qualquer momento que desejar e com isso obter conhecimento intuitivo sobre o progresso da obra, tolerando que tomem decisões mais rápidas e precisas.

Assim, os recursos colaborativos do BIM conectam os projetistas ao que foi contratado, em tempo real, ajudando a evitar falhas de comunicação e documentação, evitando ter que refazer. Sendo referência a segurança do trabalho, a tecnologia BIM é empregue para fazer o gerenciamento de fontes de risco em canteiro de obras (CATELANI; SANTOS, 2016).

Catelani e Santos (2016), comprovaram por meio de um experimento criando um modelo BIM 4D análogo ao ambiente do local de trabalho onde os gerentes de segurança averiguaram que o modelo ajudou a fornecer uma imagem clara do local de trabalho em todos os seus detalhes, o que torna mais fácil o processo de identificação de riscos e identificação dos sistemas de proteção necessários.

Mediante a plataforma BIM se torna possível antecipar a realidade que trata da elaboração de um conjunto de representações, ou seja, modelos de informação da construção, tornando mais fácil a construção de uma base de dados acerca do projeto, a qual pode ser atualizada no decorrer de todo o ciclo de vida do mesmo,



que vai desde a sua concepção até a fase de uso-operação e manutenção da edificação.

As funcionalidades que são ofertadas pela plataforma BIM podem ajudar na elaboração do projeto de qualidade ambiental, atribuindo aos profissionais da área da construção civil, a necessidade para estabelecer novos métodos para a organização e gestão do processo e de efetivação do projeto e construção, que permitam a viabilização da incorporação dos princípios essenciais para a sustentabilidade ao projeto em questão.

Segundo Catelani e Santos (2016), o uso do BIM vem crescendo no Brasil, porém, se trata ainda de um processo que não foi inteiramente entendido pelas empresas do setor da construção civil brasileira. Em meio às inovações tecnológicas disponíveis no mercado atual, o BIM pode realizar, de forma eficaz, a sustentabilidade do setor da construção civil, permitindo a conjugação de todos os aspectos que são envolvidos no processo do projeto, a verificação dos impactos ambientais, pois esse setor da construção civil é responsável pelo consumo de grande parte dos recursos naturais, e pela geração de resíduos sólidos no meio ambiente.

CONCLUSÕES

Por meio do artigo se tornou evidente que a tecnologia BIM originou melhorias na documentação técnica ajudando tanto os profissionais como os clientes para a visualização do projeto, ocorrendo assim melhora dos desenhos técnicos disponíveis para os profissionais parceiros do processo e das imagens do modelo em diversas dimensões para o cliente.

Essas melhorias de processos com o uso da tecnologia BIM ajudaram sobretudo os procedimentos para realização do gerenciamento, consentindo a



administração dos processos integrados, sustentabilidade, prevenção e tratamento precoce de falhas e todos os envolvidos com maior confiabilidade nas informações.

REFERÊNCIAS

ABED, Clay Guiot; ADNAN, Nhy. Adopting BIM technology in fall prevention plans. **Civil Engineering Journal**, v. 5, p. 2270-2281, 2019.

ALVES, Cristiano da Costa. **Plataforma BIM na construção civil: vantagens e desvantagens na implantação**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Católica de Brasília, 2014.

AZEVEDO, O. J. M. D. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na direção técnica de obras**. 2019. (Mestrado). Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção, Universidade do Minho, 2019.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015.

CATELANI, Wilton Silva; SANTOS, Eduardo Toledo. Normas brasileiras sobre BIM. **Revista Concreto & Construções**, [S. l.], v. 84, p. 54-59. out./dez. 2016.

COSTA, Giovani Cecatto Lopes Ribeiro; et. al. Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 34, n. 2, p. 11-18, 2015.

DOUMBOUYA, L.; GAO, G.; GUAN, C. Adoption of the building information modeling (BIM) for construction project effectiveness: the review of BIM benefits. **American Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 4, n. 3, p. 74-79, 2016.

MIRANDA, Rian das Dores de. SALVI, Levi. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, pp. 79-98 Maio de 2019.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. 23 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.



ICONGEC – CCBL

Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas
Os desafios de Balsas voltados à Engenharia Civil

De 26 a 28
Abril de 2023
Balsas - MA



SOTÉRIO, Laura Menegaz; MACHADO, Vinícius Cardoso. **Análise da disseminação da plataforma BIM no setor da construção civil voltado para fase de gestão e planejamento.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.



AVALIAÇÃO DAS SINALIZAÇÕES VERTICAIS NA CIDADE DE BALSAS-MA: ESTUDO DE CASO NA AVENIDA ANTÔNIO LEITÃO

Wesley Fonseca Pereira¹
Larissa Evangelista Euzébio²
Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

O grande número de acidentes de trânsito é um grave problema em todo o mundo, que envolve vários fatores do sistema de trânsito e para resolvê-los uma das alternativas é a implantação de sinalizações viárias. Sendo assim, o presente estudo visa avaliar o estado de conservação das sinalizações verticais presentes na Avenida Antônio Leitão na cidade de Balsas/MA e sua adequação aos princípios de sinalização de trânsito presentes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Para isso realizou-se uma visita na via estudada para coletar dados que pudessem ser usados para se obter o estado das sinalizações em relação aos princípios. A partir disso foi constatado que vários princípios tinham sido infringidos nessa via. Isso pode ser consequência da falta de estudo da via e ou mesmo falta de capacidade técnica nos que executaram os serviços.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito. Sinalizações viárias. Princípios de sinalização.

ABSTRACT

The large number of traffic accidents is a serious problem all over the world, which involves several factors in the traffic system and to solve them, one of the alternatives is the implementation of road signs. Therefore, the present study aims to evaluate the state of conservation of the vertical signs present on Avenida Antônio Leitão in the city of Balsas/MA and their adequacy to the principles of traffic signs present in the Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. For this, a visit was made to the studied route to collect data that could be used to obtain the state of the signs in relation to the principles. From this it was found that several principles had been infringed in this way. This may be a consequence of the lack of study of the route and or even lack of technical capacity in those who performed

¹Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Maranhão (UFMA),
wesley.fonseca@discente.ufma.br

² Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Maranhão (UFMA),
larissa.euzebio@discente.ufma.br

³ Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Maranhão (UFMA),
moises.asj@ufma.br



the services.

Keywords: Traffic-accidents. Road signs. Signaling principles.

INTRODUÇÃO

As lesões e mortes com causas relacionadas ao trânsito são uma das questões de saúde pública em todo o mundo, sendo que por ano provocam cerca de 1,25 milhões de mortes e entre 20 a 50 milhões de pessoas foram incapacitadas ou sofreram lesões por conta do mesmo, onde 90% das mesmas ocorrem em países de baixa renda e média renda (WHO, 2018; OMS, 2011; OMS, 2015).

Os acidentes no trânsito são ocasionados por um conjunto de fatores associados as vias, o ambiente, aos veículos e como eles interagem entre si, sendo assim, esse acaba por se tornar um problema bastante complexo por se tratar dos sistemas de trânsito, e os meios para resolvê-los envolvem uma série de ações integradas entre os fatores que compõe esse sistema e o levantamento das áreas que exigem intervenções efetivas e sustentáveis (OMS, 2011).

Geralmente, quando se observa esses problemas relacionados ao trânsito, espera-se que sejam necessárias intervenções estruturais e custosas para sua resolução. Essa não é necessariamente a única alternativa, pois antes de procurar alternativas complexas, deve-se primeiro procurar soluções mais rápidas e menos custosas (PEROTTO, 2013).

A sinalização viária é um início adequado, pois envolve a organização e planejamento das vias, sendo que a implantação das sinalizações das vias públicas recai sobre os órgãos que possuem jurisdição sobre elas (PEROTTO, 2013). Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) (Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997) “compete aos órgãos e entidades executivos de trânsito dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição, implantar, manter e operar o sistema de sinalização, os dispositivos e os equipamentos de controle viário” (Art. 24, inc. III), ou seja, todas as



vias presentes nos territórios municipais são responsabilidade do governo municipal, logo ele é encarregado por implantar e manter as sinalizações.

Um dos fatores determinantes para o aumento mundial de acidentes de trânsito é o crescimento das frotas de veículos, sendo que em países de baixa e média renda esse aumento traz consigo diversos problemas, sendo por isso, necessárias medidas para reduzir os mesmos, sendo a organização da sinalização viária um deles, como citado anteriormente (OMS, 2011).

O Brasil por ser um país em crescimento está sujeito aos problemas apresentados e por somente a 25 anos ter estabelecido um conjunto de leis (Código de Trânsito Brasileiro) que regem o trânsito em todo o território brasileiro, ainda está em um estado precário, já que somente em 2021 apresentou 5.381 mortes no trânsito (PEDUZZI, 2022), um número que traz consigo diversos prejuízos econômicos e humanos.

A cidade de Balsas-MA, por estar em território brasileiro, está sujeita a essas adversidades e tem um crescimento econômico considerável por fazer parte da região agrícola do Matopiba, sendo um dos maiores produtores de soja do estado do Maranhão (FOLHA DE S. PAULO, 1999; SAGRIMA, 2021). Logo, como uma região em desenvolvimento e importante economicamente para o Maranhão, Balsas possui uma grande frota de veículos e apresenta muitos acidentes, isso justifica a importância desse estudo (GLOBO NOTÍCIAS, 2015).

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar através visita *in loco*, tabelas e gráficos, o estado de conservação das sinalizações verticais presentes na Avenida Antônio Leitão da cidade de Balsas e sua adequação em relação aos princípios básicos da sinalização de trânsito definidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (MBST). Vale destacar, que a escolha da referida via se deu por se tratar de uma via que tem um grande tráfego e que liga outros bairros ao



centro da cidade, por isso faz-se necessário à sua conformidade com o que está definido no CTB.

FATORES CAUSADORES DE ACIDENTES

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10697:2020, define “sinistro de trânsito” termo substitutivo a acidente de trânsito, como:

Todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou em lesões a pessoas e/ou animais e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público (ABNT, 2020, p. 1).

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (2021), por ano, em média 1 milhão e 350 mil pessoas são vítimas fatais em acidentes de trânsito, sendo a principal causa de morte de pessoas com idade de 5 a 29 anos, no mundo.

As causas dos acidentes estão distribuídas em três grupos de fatores, que podem estar relacionados, são eles: fatores humanos, fatores veiculares e fatores relacionados à via. Os fatores humanos, estão relacionados ao comportamento dos condutores, como dirigir embriagado, falta de atenção no trânsito, desconhecimento do trajeto, desrespeito a sinalização, ultrapassagem indevida, entre outros. Os fatores veiculares, dizem respeito às condições em que os veículos envolvidos em acidentes se encontram e podem variar entre falha mecânica, falha nos faróis e sinalização traseira, ausência ou defeito dos retrovisores etc. Os fatores relativos às vias, são todos os fatores ligados ao estado em que a via se encontra ou fatores externos à via, como, presença de animal, objetos na pista, sinalização horizontal ilegível ou inapropriada, sinalização vertical inexistente ou coberta pela vegetação (MARQUES, 2019).

Hoel et al. (2011) destaca que os veículos são controlados por um motorista,



que com base em experiências anteriores, informações atuais e sinalizações presentes nas vias, toma as decisões cabíveis.

Levando em consideração os fatores causadores de acidentes, o uso da sinalização adequada é obrigatório para a fluidez e organização e segurança no trânsito, uma vez que a sinalização adequada ajuda a evitar acidentes e é uma forma de nortear o motorista para perigos relativos aos três fatores causadores de acidentes.

SINALIZAÇÃO VIÁRIA

Albano (2016) define sinalização viária como uma comunicação entre condutor e pista, através de recursos visuais, distribuídos ao longo da pista, com a finalidade de transmitir regras e informações sobre o trajeto e condições da via, protegendo os usuários e orientando os movimentos no trânsito. A sinalização viária precisa ser clara e de fácil compreensão, visível e uniforme em caso de situações idênticas. Vale ressaltar que a sinalização viária, não repara defeitos estruturais de uma via, no entanto, previne situações indesejáveis, visto que a ausência de sinalização ou sinalização indevida potencializa a ocorrência de acidentes de trânsito.

Segundo o art. 88º do Código de Trânsito Brasileiro, lei nº 9.503/97:

Art. 88. Nenhuma via pavimentada poderá ser entregue após sua construção, ou reaberta ao trânsito após a realização de obras ou de manutenção, enquanto não estiver devidamente sinalizada, vertical e horizontalmente, de forma a garantir as condições adequadas de segurança na circulação.

Sendo assim, ainda que a pavimentação de uma via seja concluída, só será permitido o tráfego, após a instalação da sinalização adequada (PESSOA, 2019).

Conforme o art. 5º do Código de Trânsito Brasileiro, lei nº 9.503/97:

Art. 5. O Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e



entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades.

Dentre os órgãos que constituem o Sistema Nacional de Trânsito, segundo o código de trânsito Brasileiro, estão: CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito); CETRAN (Conselho Estadual de Trânsito); DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito); DETRAN (Departamento Estadual de Trânsito); DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito foi elaborado pelo DENATRAN em consonância com o CTB, com a finalidade de se obter uma sinalização de trânsito, padronizada (COSTA, MARQUES, 2018). As prefeituras são responsáveis pela regularização do trânsito nos municípios, atuando na fiscalização, planejamento e operação. A fiscalização se dá através da verificação do cumprimento das regras estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro (PAIVA, 2018).

Segundo Costa e Marques (2018) o Manual Brasileiro de Trânsito estabeleceu princípios para que a implantação das sinalizações viárias, sejam feitas de forma eficiente e garanta condições de percepção dos usuários da via, que são: legalidade, suficiência, padronização, clareza, precisão e confiabilidade, visibilidade e legibilidade, manutenção e conservação.

- **Legalidade** - Estar dentro das normas legais, estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro;
- **Suficiência** - Fácil percepção do que é importante e quantidade ideal de sinalização;
- **Padronização** - Seguir um padrão de sinalização para situações iguais;



- **Clareza** - Transmitir mensagens de fácil compreensão;
- **Precisão e confiabilidade** - Ser correspondente à situação existente e confiável;
- **Visibilidade e legibilidade** - Ser vista é lida a uma distância que dê tempo suficiente para que se possa tomar as decisões necessárias;
- **Manutenção e conservação** - Estar limpa, com o estado de conservação de acordo com as normas, fixada da maneira correta e visível.

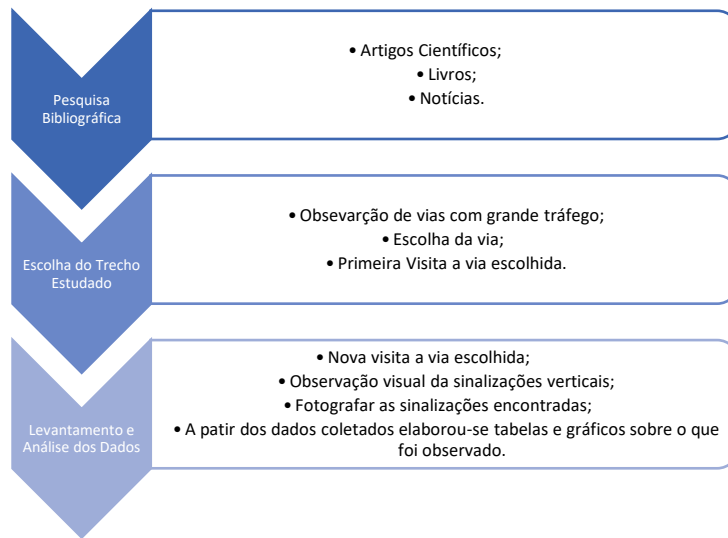
De forma geral, é importante destacar dois tipos de sinalização viária: sinalização vertical e sinalização horizontal. A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária que utiliza sinais posicionados sobre placas fixadas verticalmente, na posição oposta, às margens ou suspensas sobre a pista, com o objetivo de transmitir mensagens permanentes ou, em algumas situações, variáveis, com símbolos ou legendas legalmente instituídas. A sinalização horizontal é o tipo de sinalização demarcada sobre a via, por um conjunto de sinais como linhas contínuas ou tracejadas, marcações de setas, símbolos pintados sobre o pavimento. O objetivo da sinalização horizontal envolve advertir e indicar aos pedestres ou condutores formas de utilização da via, aumentando a segurança e fluidez do trânsito, sem desviar a atenção da via (ALBANO, 2016).

METODOLOGIA

Na metodologia são apresentados o trecho estudado e o método para levantamento de dados que serão usados para a elaboração dos resultados. A seguir é apresentado um fluxograma de como foi realizado o estudo.



Figura 1: Fluxograma da metodologia.



Fonte: Própria (2023).

O trecho abordado no estudo fica localizado na cidade de Balsas no estado do Maranhão. O bloco escolhido foi a Avenida Antônio Leitão, que tem comprimento de 450 metros, conforme demonstrado na Figura 2.

Esse trecho foi escolhido por se tratar de um local de grande movimentação de veículos de outros bairros para o centro da cidade, e por esse motivo a ausência ou inadequação das sinalizações podem trazer sérios riscos para as pessoas que transitam por essa via.

A visita a via para a coleta de dados ocorreu dia 11 de julho de 2022, onde por meia hora analisou-se as sinalizações verticais presentes na Avenida. A coleta dos dados ocorreu durante o dia para não ocorrer o risco de dificultar a visualização das sinalizações.

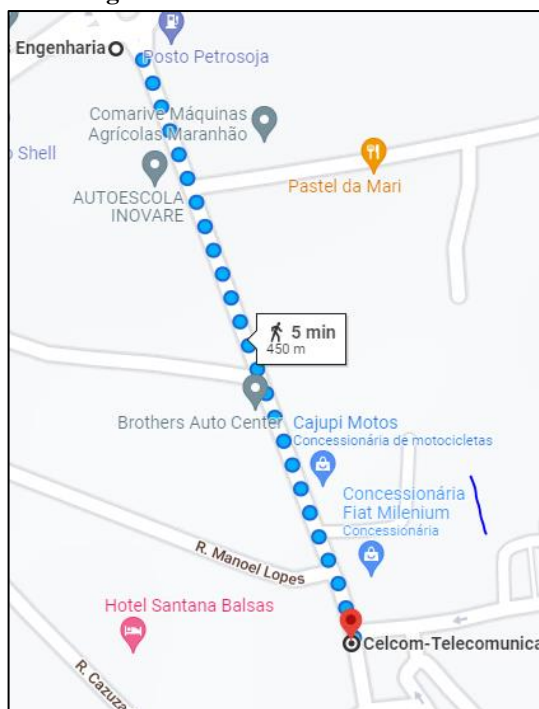
A análise dos dados tanto na coleta como no tratamento das informações é fundamentalmente quantitativa, onde usou-se de meio estatísticos para realização do estudo. Sendo que ao todo tivemos uma amostra de 11 sinalizações verticais, que foram observadas como parte da via analisada.



As avaliações vias se deram por observação visual e seus estados foram julgados através dos princípios básicos das sinalizações de trânsito, que estão apresentados no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (MBST). A partir dos dados obtidos foram elaborados tabelas e gráficos, para assim demonstrar os erros encontrados e suas respectivas ocorrências.

Vale destacar que não foram levados em consideração as ausências das sinalizações da via, somente foram analisadas as existentes e se elas estão de acordo com o que foi estabelecido pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) no MBST.

Figura 2: Trecho Analisado.



Fonte: Google Maps (2022).

Figura 3: Avenida Antônio Leitão.



Fonte: Própria (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados levantados foi feita a classificação da sinalização seguido o que está presente nos princípios da sinalização de trânsito, que para cada princípio o estado das sinalizações foi classificado em ruim, regular e bom.



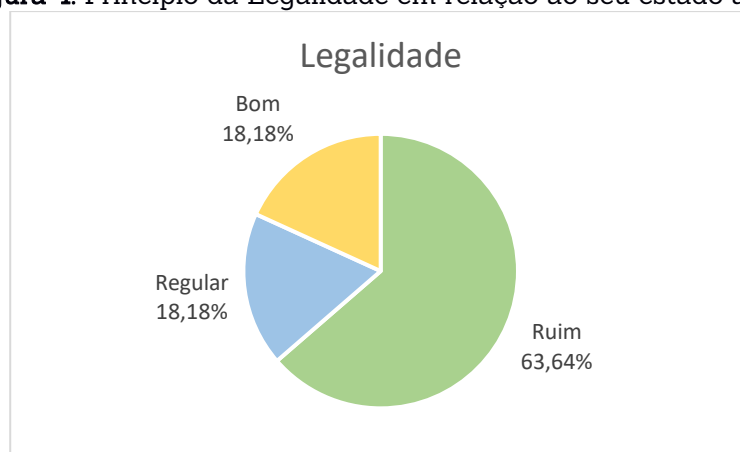
Tabela 1: Quantificação e qualificação das sinalizações verticais.

Princípios	Estado Atual		
	Ruim	Regular	Bom
Legalidade	7	2	2
Suficiência	3	6	2
Padronização	8	1	2
Clareza	2	2	7
Precisão e confiabilidade	7	2	2
Visibilidade e legibilidade	5	3	3
Manutenção e conservação	3	2	6

Fonte: Própria (2022).

Percebe-se que na Avenida Antônio Leitão não há um número tão grande de sinalizações verticais, sendo que foram observadas somente 11 placas de sinalizações, sendo que 9 são placas de regulamentação e 2 duas de indicação, e em alguns casos percebeu-se a omissão desses elementos de sinalização. Para facilitar a compreensão do estado das sinalizações em relação aos princípios foram elaborados sete gráficos, que nos dão as porcentagens dos princípios em relação as classificações ruim, regular e bom.

Figura 4: Princípio da Legalidade em relação ao seu estado atual.



Fonte: Própria (2022).



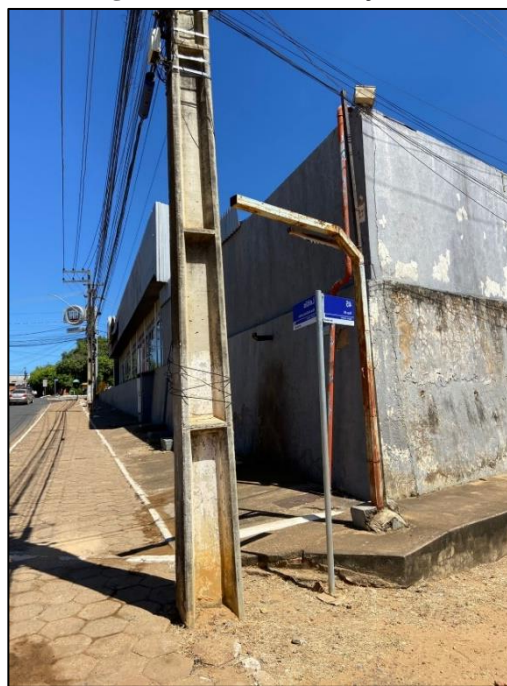
Na Figura 4, quando se analisa o princípio da legalidade, tem-se 63,64% das sinalizações verticais em estado ruim, o que também pode ser percebido pela Figura 5, onde temos uma placa de trânsito totalmente irregular.

Figura 5: Erros de sinalização.



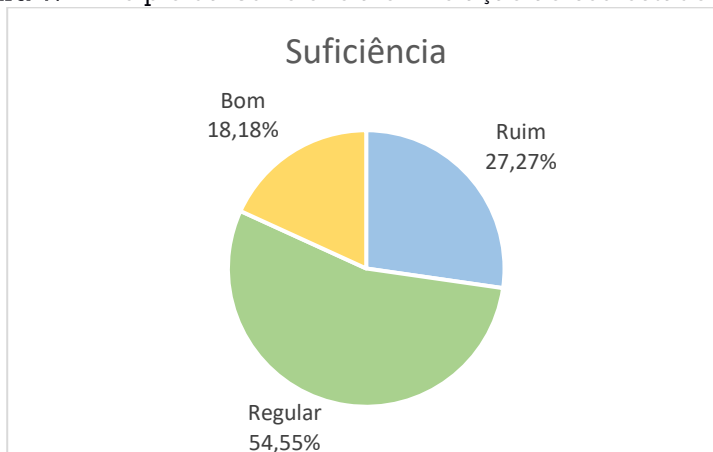
Fonte: Própria (2022).

Figura 6: Placa de Indicação.



Fonte: Própria (2022).

Figura 7: Princípio da Suficiência em relação ao seu estado atual.



Fonte: Própria (2022).

Na Figura 7, percebe-se que para o princípio da suficiência tem-se uma maior quantidade de sinalizações em estado regular, sendo que elas representam 54,55%, já para as que estão em estado ruim temos 27,27% e estado bom 18,18%.

Figura 8: Placa de trânsito com informações suficientes.



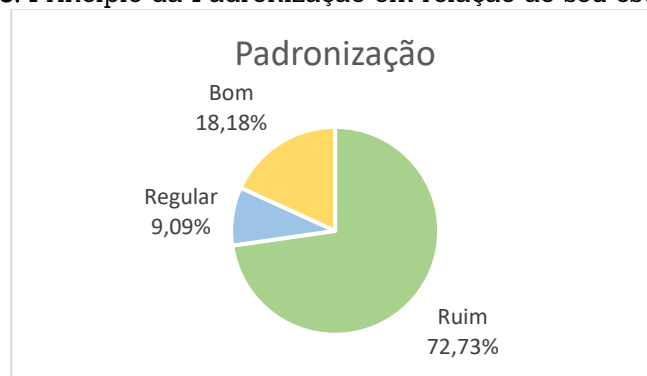
Fonte: Própria (2022).

Figura 9: Placa de Regulamentação.



Fonte: Própria (2022).

Figura 10: Princípio da Padronização em relação ao seu estado atual.



Fonte: Própria (2022).

Na Figura 10, nota-se que em relação a padronização tem-se 72,73% em estado ruim, o que é valor bastante grande em relação aos estados regular e bom.



Quando se comparam as Figura 11 a 14 dá para perceber nitidamente a ausência de padronização.

Figura 11: Erros de padronização 1.



Fonte: Própria (2022).

Figura 12: Erros de padronização 2.



Fonte: Própria (2022).

Figura 13: Placas de Sinalização 1.



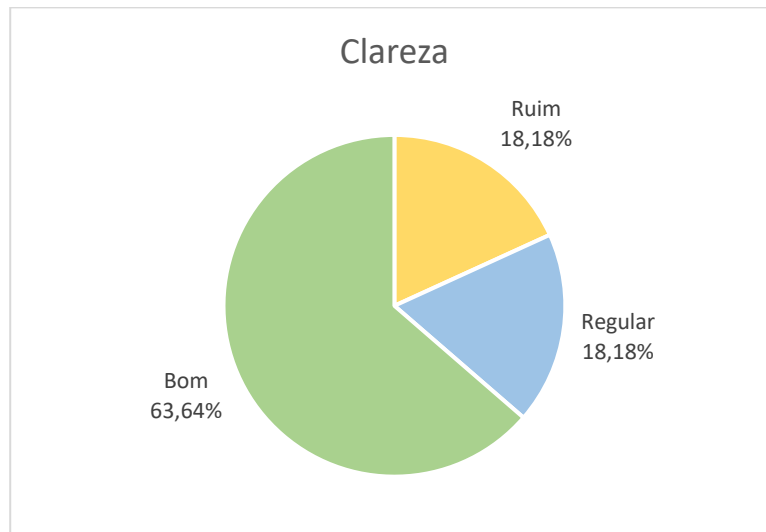
Fonte: Própria (2022).

Figura 14: Placas de Sinalização 2.



Fonte: Própria (2022).

Figura 15: Princípio da Clareza em relação ao Estado atual.

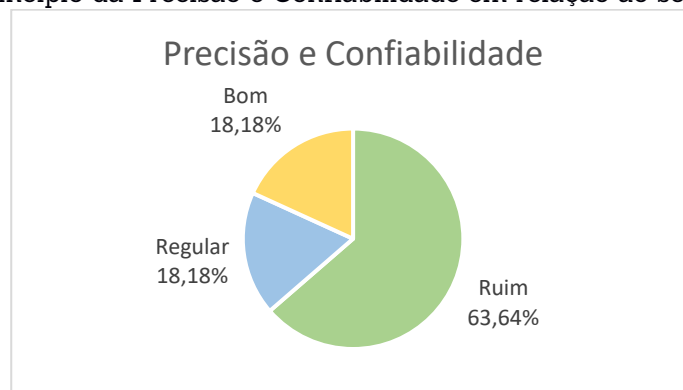


Fonte: Própria (2022).

Na Figura 15, quando se analisa o princípio da clareza, tem-se que 63,64% das sinalizações estão em estado bom, pois mais da metade delas transmitem mensagens de fácil compreensão.

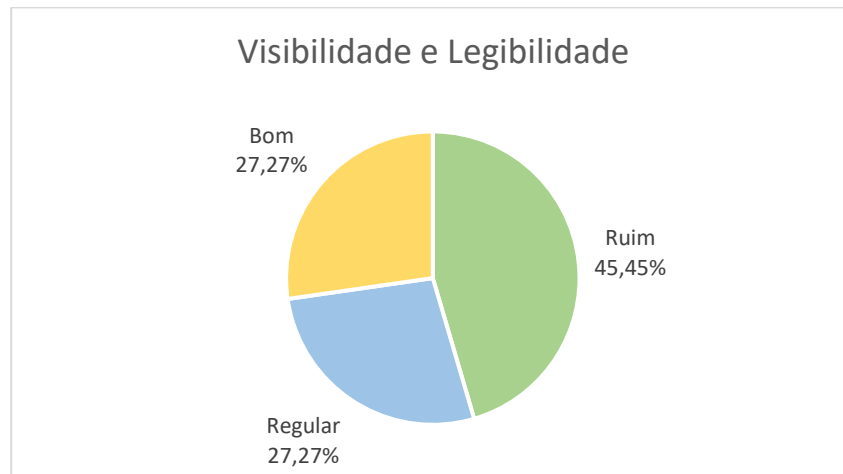
Na Figura 16 é notável que quando se trata do princípio da Precisão e Confiabilidade temos 63,64% em estado ruim, ou seja, a maioria das sinalizações apresentam falta de precisão ou confiabilidade, o que dá para se perceber a partir das Figuras 5 e 14.

Figura 16: Princípio da Precisão e Confiabilidade em relação ao seu estado atual.



Fonte: Própria (2022).

Figura 17: Princípio da Visibilidade e Legibilidade em relação ao seu estado atual.



Fonte: Própria (2022).

Na Figura 17 nota-se que em relação ao princípio da Visibilidade e Legibilidade temos apenas 45,45% das sinalizações em estado ruim, isso se apresenta em placas que estão distantes dos pontos de visão dos motoristas, como dá para se perceber na Figura 18.

Figura 18: Erros de visibilidade.



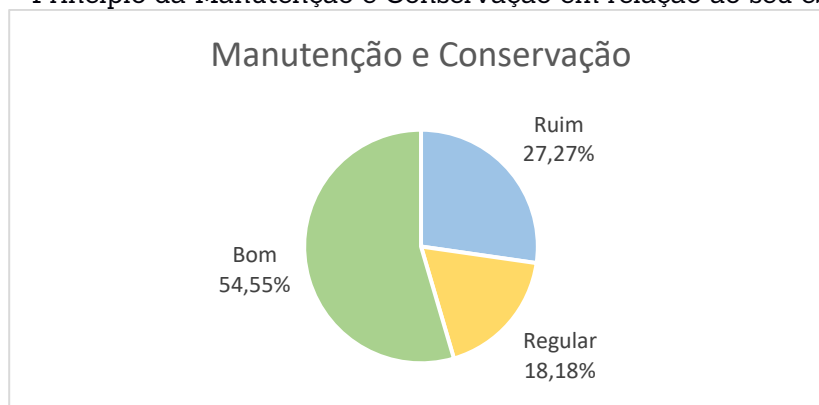
Fonte: Própria (2022).

Na Figura 19 observa-se que em relação a Manutenção e Conservação temos 54,55% das sinalizações em estado bom e somente 27,27% em estado ruim, isso se



dá provavelmente por algumas das placas terem sido instaladas recentemente, sendo que as que estão erradas são placas mais antigas, como dá para se observar nas Figuras 5 e 11.

Figura 19 – Princípio da Manutenção e Conservação em relação ao seu estado atual.



Fonte: Própria (2022).

CONCLUSÕES

O grande número de mortes e lesões ocasionadas em função do trânsito representa um grande desafio a ser superado pela sociedade. Onde para os resolver é necessário uma série de ações integradas visando resolver os fatores que compõe os sistemas de trânsito. Sendo que para se iniciar a resolução desses problemas nem sempre como se imagina é necessário investir em opções custosas e onerosas e um bom começo seria começar por uma opção mais simples como implementação de forma adequada das sinalizações viárias.

Sendo assim, o presente estudo teve como foco e propósito avaliar o estado de conservação das sinalizações verticais na Avenida Antônio Leitão na cidade de Balsas no estado do Maranhão de acordo com os princípios de sinalizações de trânsito definidos pelo COTRAN no MBST. Neste contexto observou-se diversos erros nas sinalizações verticais na via analisada, que contrariam o que foi estabelecido pelo COTRAN.



Com base nas informações obtidas a partir da construção de gráficos os princípios que mais foram infringidos são o de Legalidade, Padronização, Precisão e Confiabilidade. Com base nisso conclui-se que várias das sinalizações da via estão em estados imperfeitos, tornando-se assim possíveis focos potenciais de acidentes trânsito. A presença dessas imperfeições nas sinalizações ocorre possivelmente por falta de estudos antes de se implantar as sinalizações ou por falta de conhecimento técnico por quem executou o serviço.

A partir das análises percebeu-se também que os dois princípios foram menos infringidos, sendo eles o de Clareza e de Manutenção e Conservação, isso se deu provavelmente por algumas placas de sinalização terem sido instaladas recentemente, por isso elas estão mais bem conservadas e transmitem as informações com mais clareza. A partir disso é possível perceber que provavelmente ao se realizarem as instalações de novas sinalizações verticais não são feitos estudos para adequar as mesmas as sinalizações já existentes ou atualizá-las.

Com base no exposto é imprescindível uma maior atuação dos poderes públicos na fiscalização e implantação de forma correta, sendo necessária também a fiscalização pelos órgãos de trânsito e mesmo pelos diversos setores da sociedade, para assim conseguirmos um trânsito mais seguro. Sendo assim, convém o desenvolvimento de mais pesquisas acerca das sinalizações viárias para que se obtenha mais informações relevantes sobre o estado das mesmas e com isso a população se aproprie de informações relevantes para se fazer a cobrança ao poder público e com isso buscarmos melhores perspectivas de um tráfego mais seguro e confiável.

REFERÊNCIAS

A cada 24 segundos, uma vida é perdida no trânsito. **Organização das Nações Unidas**, Brasília, 22 de novembro de 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/159736-cada-24-segundos-uma-vida-e-perdida-no-transito>. Acesso em: 17 jun.



2022.

Albano, J. F. (2016). **Vias de transporte**. Bookman Editora.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
BRASIL. lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. *Código de Trânsito Brasileiro*. Brasília, 1997.

Balsas é região que mais cresce no MA. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 11 de julho de 1999. Disponível em:

<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/brasil/fc11079909.htm#:~:text=Balsas%20%C3%A9%20uma%20das%20regi%C3%B5es,crescimento%20nesse%20per%C3%AAdodo%20de%20792.77%25>. Acesso em: 14 jul. 2022.

BRASIL, Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. Brasília, DF, 22 de junho de 2007. Brasília: CONTRAN, 2007.

BRASIL. **LEI Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasil: Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 14 jul. 2022.

COSTA, Bruno Paulo Menezes; MARQUES, Emily Noronha. **ANÁLISE DAS SINALIZAÇÕES HORIZONTAL E VERTICAL EM UMA VIA ARTERIAL**. Revista FENEC 2(2):99-105, agosto/setembro, 2018.

Em Balsas, altos índices de acidentes de trânsito preocupam autoridades. **Globo Notícias**, Maranhão, 20 de maio de 2015. Disponível em:

<https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2015/05/em-balsas-altos-indices-de-acidentes-de-transito-preocupam-autoridades.html>. Acesso em: 14 de julho de 2022.

HOEL, L. et al. **Engenharia de infraestrutura de transportes**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2011.

MARQUES, Jordana Tomaz; PEREIRA, Lilian dos Santos Fontes. Efeito da implantação de programas de sinalização para prevenção de acidentes viários na rodovia federal BR-153/TO. **Desafios** - Revista Interdisciplinar da Universidade



Federal Do Tocantins, v. 6, n. 2, p. 41-60, 2019. Disponível em:

<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/5579/15269>.

Acesso em: 14 jul. 2022.

Organização Mundial da Saúde. **Prevenção de lesões causadas pelo trânsito**. Genebra: OMS; 2011.

Organização Mundial da Saúde. **Relatório global sobre o estado da segurança viária**. Genebra: OMS; 2015.

PAIVA, D. B. D. (2018). **Proposta de sinalização horizontal e vertical do município de José da Penha-RN**. Disponível em:

<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/2888>. Acesso em: 14 jul. 2022.

PEDUZZI, Pedro. Em 2021, 5 mil pessoas morreram em 64 mil acidentes de carro. **Agência Brasil**. Brasília, 17 de maio de 2022. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-05/em-2021-5-mil-pessoas-morreram-em-64-mil-acidentes-de-carro#:~:text=O%20n%C3%BAmero%20de%20acidentes%20subiu,5.291%20registradas%20no%20ano%20anterior..> Acesso em: 14 jul. 2022.

PEROTTO, Sérgio Luiz. A Importância da Sinalização Para a Fluidez e Segurança do Trânsito. **Revista Técnica CNM**, p. 229-245, 2013. Disponível em:

https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/A%20import%C3%A2ncia%20da%20sinaliza%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20fluidez%20e%20seguran%C3%A7a%20do%20tr%C3%A2nsito.pdf. Acesso em: 14 jul. 2022.

PESSOA, Elci Jr. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

Superintendência de Pesquisa e Geoprocessamento -SPG. **PERFIL DA AGROPECUÁRIA 2020. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E PESCA – SAGRIMA**, Maranhão, 2 de junho de 2021. Disponível em:

<<https://storymaps.arcgis.com/stories/6534cf0c2e054aefaa48b1e80b1a16a5>>.

Acesso em: 14 de julho de 2022.

World Health Organization. **Global status report on road safety**. Genebra: WHO; 2018.



PERCEPÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DA ÉTICA EM UMA UNIVERSIDADE DOSUL DO MARANHÃO: UM ESTUDO DE CASO

Ana Tereza Teixeira dos Santos¹
André Santos Nascimento²
Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

A ética profissional está relacionada ao comportamento do profissional em seu ambiente de trabalho. Mesmo sendo constantemente confundida com *Moral*, elas são, na verdade, complementares. Este tema é ainda mais íntimo em se tratando da atuação do profissional engenheiro. Deste modo, o presente trabalho objetivou identificar qual a percepção dos alunos da Universidade Federal do Maranhão acerca da Ética Profissional e quais conhecimentos eles possuem sobre o tema. Com as respostas preenchidas em formulário eletrônico, percebeu-se que os alunos possuem um conhecimento simples, mas, de fato, corretos, sobre a Ética Profissional. **Palavras-chave:** Ética Profissional, alunos, formulário eletrônico.

ABSTRACT

Professional ethics is related to the behavior of professionals in their work environment. Even though it is constantly confused with *Moral*, they are actually complementary. This theme is even more intimate when it comes to the performance of the professional engineer. Thus, the present work aimed to identify the perception of the students of the Federal University of Maranhão about Professional Ethics and what knowledge they have on the subject. With the answers filled in an electronic form, it was noticed that the students have a simple but, in fact, correct knowledge about Professional Ethics.

Keywords: Ethics, Professional, students, electronic form.

INTRODUÇÃO

A Ética (do grego *ethos*, que significa “hábito”, “comportamento”, “modo de ser”) é um ramo da filosofia que estuda os padrões e os valores morais de um grupo ou indivíduo. Podemos considerar também que: “O que a Ética estuda, pois, é a ação que, comandada pelo cérebro, é observável e variável, representando a conduta

¹ Engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão, ana.tts@discente.ufma.br

² Engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão, nascimento.andre@discente.ufma.br

³ Engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



humana” (SA, 2009). Em outras palavras, ela se dedica às ações e ao comportamento humano, buscando avaliar e apresentar um melhor modo de viver em sociedade. Além disso, há também uma relação entre Ética e Moral.

Segundo Gomes et al (2022), o conceito de Ética é, constantemente, confundido com o de Moral, sendo até utilizados como sinônimos. Entretanto, suas aplicabilidades são, propriamente, distintas, o que os tornam conceitos complementares. A Ética, ao ser considerada uma ciência que estuda e investiga a Moral, complementa o conceito da própria Moral, que significa um conjunto de regras, costumes e formas de pensar de um grupo social, que define o que se deve ou não fazer em sociedade.

A presença da Ética na sociedade, atualmente, não é novidade. Do ponto de vista filosófico, ela surgiu há muitos anos, na Grécia Antiga, durante o século V a.C., onde, em um contexto de intensa reflexão entre os pensadores gregos Sócrates, Platão e Aristóteles a respeito das regras de convívio social, buscavam entender o funcionamento do comportamento humano, no período em que Atenas atingia o seu auge no desenvolvimento econômico, estrutural e artístico, se tornando, assim, uma grande atração para as populações vizinhas (VALLS, 2017).

Frequentemente, ao longo do dia, são encontradas situações conflitantes entre o que é certo e o que é errado, o bem e o mal, pois a Ética está atrelada à vida, ao cotidiano do homem. Assim, essa reflexão diz respeito à crise de valores éticos presente ao longo dos anos e que poderá influenciar na formação profissional. As pessoas, seja qual for a origem social, têm vivido sob influência dos aspectos éticos disseminados na sociedade (PINHEIRO et al, 2006).

A Ética Profissional, nada mais é do que a junção de normas, valores e comportamentos pessoais, com foco nos padrões, normas e hierarquias da empresa, onde, quem a possui, garante um bom desenvolvimento pessoal, profissional e



organizacional. Através de uma boa conduta profissional e éticano local de trabalho, qualquer empresa poderá crescer de forma saudável, assim como os seus colaboradores que garantirão uma maior produtividade e trabalho colaborativo. Todos os membros de um grupo devem seguir os mesmos princípios de ética profissional na instituição, apesar de possuírem seus próprios valores. No entanto, princípios universais da ética, como honestidade e respeito, são aplicados a todos os tipos de âmbitos. A Ética Profissional é um aspecto de extrema importância para o exercício profissional, na medida em que dá o rumo que as pessoas devem seguir na atividade laboral (SILVA, 2012).

Diante disso, o presente trabalho, objetiva-se em identificar e avaliar, através de formulários eletrônicos, qual a percepção dos alunos da Universidade Federal do Maranhão em relação à Ética Profissional e medir o nível de conhecimento deles acerca do tema.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A palavra *Ética* é compreendida como parte da Filosofia, que estuda o comportamento moral, e como um tipo ou qualidade de conduta esperada das pessoas perante o uso de regras morais no comportamento social (CORTELLA, 2009).

Segundo Cortella, a ética é

o que marca a fronteira da nossa convivência. [...] é aquela perspectiva para olharmos os nossos princípios e os nossos valores para existirmos juntos [...] é o conjunto de seus princípios e valores que orientam a minha conduta (CORTELLA, 2009, p. 102).

Frequentemente, no dia a dia, encontram-se ocasiões em que é necessário designar o que se deve ou não fazer. A tomada de decisão ética corresponde a um processo que abrange a identificação de um problema de natureza ética, a geração



de alternativas e a escolha daquela que maximizará os mais importantes valores morais do indivíduo e, ao mesmo tempo, permitirá alcançar o fim pretendido. Implicitamente, nessa definição, está a percepção de que nem todos os valores podem ser maximizados simultaneamente. O indivíduo deve abdicar de alguns desses princípios para que outros sejam maximizados (GUY, 1990, p. 39).

De acordo com Aranha e Martins (ARANHA; MARTINS, 1993), a palavra *Ética*, originada do grego *ethos*, significa costume e *Moral*, originada do latim *morale*, ou *moralis*, também significa costume. Dessa forma, as duas se referem ao conjunto de costumes tradicionais de uma sociedade. Entretanto, apesar de serem utilizadas como sinônimos, elas são, na verdade, complementares. Vázquez(1999) salienta que a moral é um conjunto de normas adquiridas a partir de costumes e convenções sociais ao longo da história da sociedade, enquanto a ética é uma ciência cujo objetivo é estudar e investigar a moral.

Em contrapartida, Deigh (1996) defende que a ética não pode ser considerada uma ciência, uma vez que ela pode ser considerada um dos ramos da filosofia com foco na moral. Deigh (1996) também argumenta que a ética pode ser dividida entre o estudo da bondade, da ação correta, da psicologia moral e da metafísica da responsabilidade moral (DEIGH, 1996).

Zapelini (2013) defende que a ética pode ser vista tanto como o reflexo dos princípios de ação, quanto como a forma pela qual um sujeito a prática. Desta maneira, não se trata apenas do princípio da ação propriamente dita, mas também da relação entre o princípio e o ser racional, dotado de vontade, que decide obedecê-lo. Por isso, a ética também estuda a responsabilidade do ato moral e contribui, de certa forma, para fundamentar o comportamento moral (ZAPELINI, 2013).

Em conclusão, nota-se que, apesar de não serem sinônimos, a *Ética* e a *Moral* são complementares pois estão intimamente ligadas quando se referem ao estudo



da postura adotada pelo homem.

Assim como a Ética, de modo geral, a Ética profissional refere-se aos comportamentos humanos, divergindo-se apenas no seu foco principal, que é a relação entre o trabalhador e toda a sua equipe no ambiente de trabalho. Em outras palavras, a Ética Profissional refere-se a um conjunto de valores e normas de comportamento e de relacionamento, adotados no ambiente de trabalho, entre todos os colaboradores. Saber construir relações de qualidade com colegas, chefes e subordinados, além de contribuir para o bom funcionamento da empresa, das rotinas de trabalho e da imagem da instituição diante dos públicos de interesse, são pré-requisitos para ter uma conduta ética no âmbito profissional.

Para isso, há o chamado “Código de Ética Profissional”, conjunto de normas éticas elaboradas e fiscalizadas pelos Conselhos, que devem ser seguidas pelos profissionais no exercício do seu trabalho.

Esses códigos contêm os padrões morais que os profissionais de uma determinada classe devem aceitar e observar e que têm como objetivo regular as relações entre os membros dessa categoria, bem como entre ela e a sociedade, de maneira impositiva. Não há possibilidade de o profissional optar pela postura ética que ele julgar mais adequada para resolver determinado dilema. Por esse motivo, em caso de desobediência do código, esse profissional será punido e o grau de punição se dará de acordo com o grau de desobediência (ALVES *et al*, 2007).

METODOLOGIA

Foi criado um formulário através do *Google Docs* e enviado para os alunos dos cursos da Universidade Federal do Maranhão, campus de Balsas, através de grupos de um aplicativo de mensagem, no dia 27/08/2022 ao dia 29/08/2022, cujo formulário continha os seguintes questionamentos objetivos acerca do conceito e



percepção da Ética:

- Qual a sua percepção sobre a ética como conteúdo para a formação do engenheiro?
- Você considera importante uma atuação ética do profissional no mercado de trabalho?
- Você considera importante que as disciplinas da universidade tratem sobre o papel ético do profissional no mercado de trabalho?
- Em sua qualificação atual, o quanto você considera que entende sobre o que é a ética profissional?

As perguntas possuíam uma escala de 5 pontos, sendo 1 para “pouco importante” e 5 para “muito importante”. Além disso, havia também um questionamento subjetivo:

- Para você, o que é a Ética Profissional?

Neste último caso, optou-se pela resposta subjetiva, com espaço livre para descrição do entrevistado sobre sua noção para o tema, com o intuito de avaliar o seu nível de entendimento sobre o tema.

Para início, foi realizado um pré-teste, onde o formulário foi enviado a três alunos, na intenção de obter a média do tempo de resposta deles e que serviria como margem de análise para os resultados que seriam obtidos no teste oficial.

Ademais, foi realizada uma análise quantitativa referente às avaliações dos alunos em cada um dos quatro questionamentos objetivos e, também, às respostas ao questionamento subjetivo. Os dados foram exportados para planilhas em *Microsoft Excel* a fim de verificar possíveis erros nas formulações dos gráficos e tratamento dos dados. Além disso, também foi observado o tempo médio gasto para responder ao formulário através de testes cronometrados com os entrevistados, sendo um total de 4 testes para formular o tempo médio de tempo gasto. O gênero, o



curso e o período de cada um dos entrevistados, foram perguntados com o intuito de observar o grau de entendimento sobre Ética Profissional ao longo dos períodos, dos cursos e demais aspectos. As respostas da quinta questão (subjetiva) foram verificadas e reescritas, para se evitar palavras erradas e fora do padrão da língua portuguesa, com o intuito de o algoritmo do site *WordCloud* conseguir entender o maior número de palavras repetidas possível.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao final da pesquisa, foram contabilizadas 18 respostas ao todo. Inicialmente, foi realizado um teste com 3 alunos que preencheram o formulário contabilizando o tempo necessário para finalizar o mesmo, sendo apresentados na Tabela 01.

Tabela 01: Tempo gasto por aluno para responder o formulário durante o pré-teste.

Aluno	Tempo gasto (minutos)
1	2
2	1
3	2

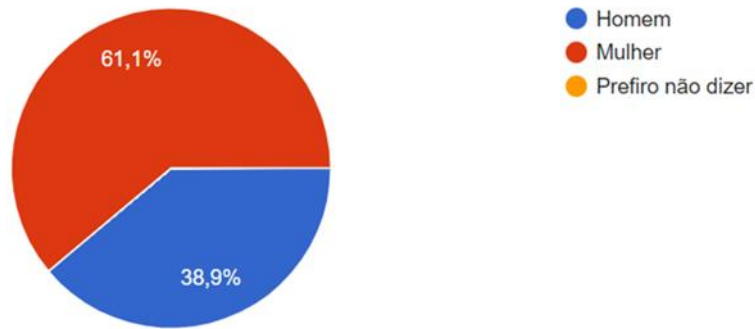
Fonte: Própria (2022).

Portanto, a média simples entre os três testes aponta um tempo médio necessário de aproximadamente 1 minuto e 40 segundos, tempo relativamente curto para o preenchimento. Entretanto, foi necessário simplificar o questionário para que os alunos tivessem maior interesse em responder corretamente e que mais alunos formulassem suas opiniões.

Das perguntas introdutórias, aponta-se que, dos 18 participantes, 61,1% são mulheres enquanto 38,9% são homens, como apresenta a Figura 01.

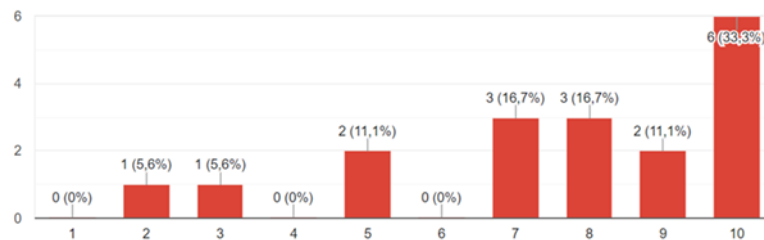
Além disso, a grande maioria apontou que está no 10º período ou superior da faculdade, contabilizando 33% dos participantes. A relação total pode ser vista na Figura 02.

Figura 01: Percentual de gênero dos entrevistados.



Fonte: Própria (2022).

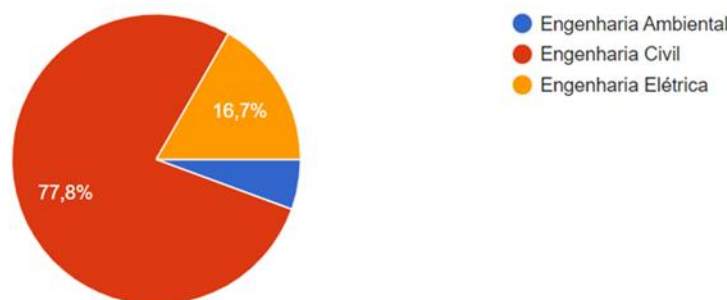
Figura 02: Percentual do tempo de ensino dos entrevistados.



Fonte: Própria (2022).

Onde questionou-se sobre a intenção de curso entre as três engenharias disponíveis na UFMA no ano de 2022, sendo estas Engenharia Ambiental, Civil e Elétrica, a maior parte dos candidatos escolheu Engenharia Civil, contabilizando 77,8% dos participantes totais, como visto na figura 03.

Figura 03: Relação de escolha dos entrevistados sobre os cursos de engenharia.



Fonte: Própria (2022).

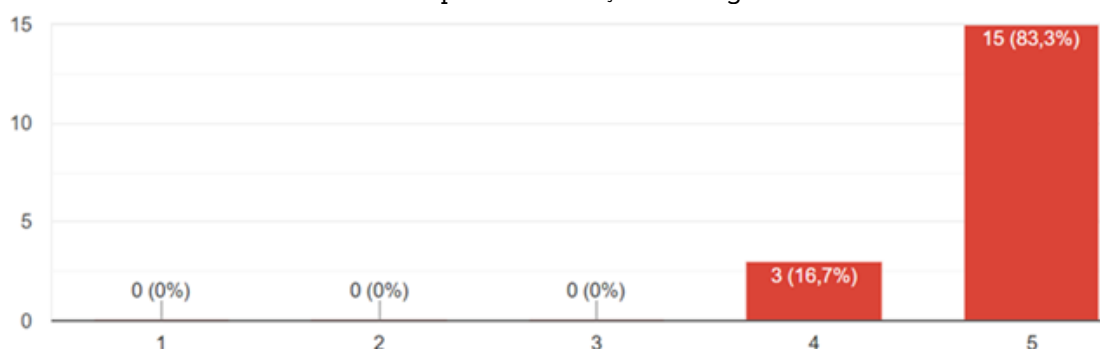
O último questionamento introdutório buscou saber se os alunos



consideravam possuir conhecimento sobre Ética e Legislação, onde a imensa maioria (94,4% dos entrevistados) apontou que sim. Isso pode ser atribuído ao fato de que a maioria dos entrevistados estão no décimo período ou mais, e no caso dos alunos que estão na Engenharia Civil, estes já devem ter cursado a disciplina de Legislação e Ética Profissional Aplicada a Engenharia Civil. Tendo, portanto, maior conhecimento sobre o tema.

No que se trata das perguntas objetivas em relação a Ética Profissional, na primeira pergunta, onde foi questionado se o aluno considera importante a ética como conteúdo para formação do engenheiro, 15 alunos responderam que consideram muito importante (índice 5) e 3 alunos responderam que consideram importante (índice 4), como mostra a Figura 04.

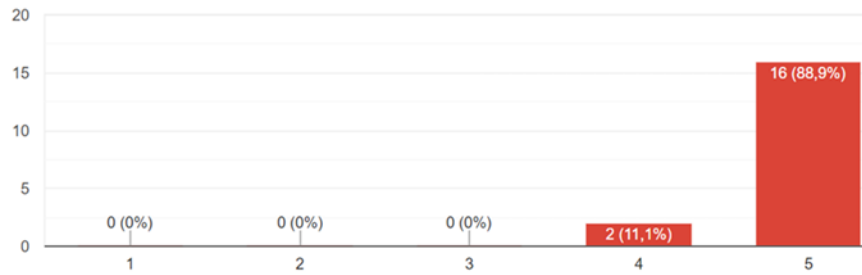
Figura 04: Respostas dos alunos para a primeira pergunta “Qual a sua percepção sobre a ética como conteúdo para a formação do engenheiro?”.



Fonte: Própria (2022).

A segunda pergunta, que se tratava da importância da atuação ética do profissional no mercado de trabalho, 16 alunos responderam que consideram muito importante (índice 5) e apenas 2 alunos responderam que consideram apenas importante (índice 4), como demonstrado na Figura 05.

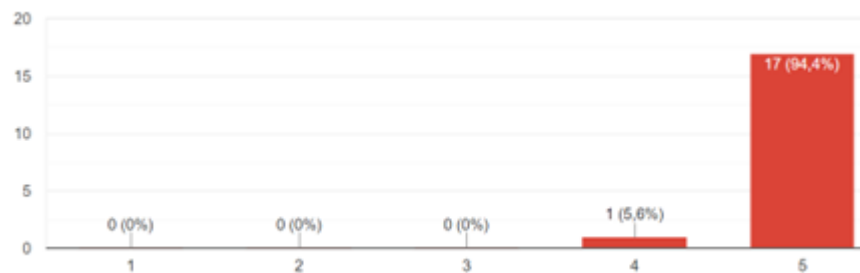
Figura 05: Respostas dos alunos para a segunda pergunta “Você considera importante uma atuação ética do profissional no mercado de trabalho?”.



Fonte: Própria (2022).

A terceira pergunta buscou entender se os alunos consideram importante que as disciplinas (não somente a de ética) tratem sobre o papel do engenheiro para a sociedade de forma honesta e limpa. Neste caso, 17 alunos (94,4%) responderam considerar muito importante e apenas 1 (5,6%) respondeu considerar apenas importante, demonstrado na Figura 06.

Figura 06: Respostas dos alunos para a terceira pergunta “Você considera importante que as disciplinas da universidade tratem sobre o papel ético do profissional no mercado de trabalho?”.



Fonte: Própria (2022).

A quarta e última pergunta objetiva questionava os entrevistados acerca do seu atual nível de conhecimento sobre a Ética Profissional. Nesta pergunta, em uma escala de 1 a 5, cerca de 44,4% dos entrevistados alegaram ter um conhecimento intermediário sobre o tema Ética Profissional, seguido por 33,3% com um conhecimento avançado e 16,7% com um conhecimento muito avançado, como apresentado na Figura 07.

Figura 07: Respostas dos alunos para a quarta pergunta “Em sua qualificação atual, o quanto você



“normas”. Tais palavras indicam o pensamento comum dos entrevistados no que diz respeito à ideia de Ética Profissional no âmbito de trabalho e que esta concepção está atrelada ao comportamento, costumes e modos do profissional. Leite (2022) afirma em seu trabalho que os alunos entrevistados por ela sobre a temática ética indicaram ter consciência de seu importante papel na sociedade, após serem profissionais, e que deverão buscar formas de melhorias para a humanidade constantemente, este aspecto também é observado nas respostas dos alunos entrevistados por este trabalho.

CONCLUSÕES

A partir das respostas e reflexões dos entrevistados, é possível notar que a grande maioria possui uma boa noção do que é a Ética Profissional. Isso pode ser atribuído ao fato de que a maioria dos entrevistados também alegou estar no décimo período do curso, o que indica que, possivelmente, já cursaram a disciplina de Legislação e Ética Aplicada à Engenharia, na Universidade Federal do Maranhão, campus de Balsas.

Alguns alunos relataram menor importância para os aspectos voltados à Ética Profissional, enquanto uma grande maioria considera não conhecer suficientemente bem seus conceitos e aplicações. Ainda assim, com base nas respostas subjetivas, observa-se que todos os entrevistados possuem uma boa noção sobre o tema e objetivam uma atuação ética como futuros profissionais engenheiros. Entretanto, pelo pouco número de respostas em relação ao total de alunos inscritos na universidade, os valores apresentados podem apresentar discrepâncias em relação à realidade, indicando que será preciso novos estudos e entrevistas sobre este tema para resultados mais precisos.

REFERÊNCIAS

ALVES, F.J.S. et al. Um estudo empírico sobre a importância do código de ética



profissional para o contabilista. **Contabilidade e Finanças**, p. 58-68, jun. 2007.
Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rcf/a/N4whgL5HRbpvDCKBD9dggfC/?format=pdf>.

Acesso em: 28 ago. 2022.

FELISBERTO, M. **A ética nos dias de hoje**. Newsrondonia, 2011. Disponível em:
<https://www.newsrondonia.com.br/noticia/10444-a-etica-nos-dias-de-hoje-por-marcio-felisberto>. Acesso em: 28 ago. 2022.

GOMES, A. F.; et al. Ética e moral nas organizações. **Destques Acadêmicos**, p. 6-23, 2022. Disponível em:

<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/2988/1943>.

Acesso em: 28 ago. 2022.

LANGRAFF, Rafael Zulato. A metafísica como condutora no desenvolvimento da ética social através da história. **Revista Ensaios Teológicos**, v. 4, n. 2, 2018.

LEITE, Lília Aparecida Andrade. Um estudo de caso das Representações dos alunos das engenharias de uma faculdade no Noroeste de Minas sobre o ensino da ética. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 23, n. 1, p. 512-523, 2022. Disponível em:

http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/2784/1650. Acesso em: 28 ago. 2022.

NEME; C.M.B.; SANTOS, M.A.P. **Ética: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Unesp, 2014. Disponível em:

https://acervodigital.unesp.br/bitstream/unesp/155316/1/unesp-nead_reei1_ee_d05_texto1.pdf. Acesso em: 28 ago. 2022.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL NOVA ACRÓPOLE . Nova Acrópole, 2016. É possível ser ético nos dias atuais? Disponível em: <https://nova-acropole.org.br/agenda/barradatijuca/e-possivel-ser-etico-nos-dias-atuais/>. Acesso em: 29 ago. 2022.

PINHEIRO, P.N.C.; MARQUES, M.F.C.; BARROSO, M.G.T. Ética na formação profissional – Um reflexão. **Escola de Enfermagem Anna Nery**, p. 116-120, abr. 2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ean/a/637xtHJwKthsByk5Z56zYmy/abstract/?lang=pt>.

Acesso em: 28 ago. 2022.



ICONGEC – CCBL

Congresso de Engenharia Civil do Centro de Ciências de Balsas
Os desafios de Balsas voltados à Engenharia Civil

De 26 a 28
Abril de 2023
Balsas - MA



REGO, A.; BRAGA, J. **Ética para engenheiros**. 4. ed. Lisboa: Lidel, 2017.

SÁ, A. L. **Ética profissional**. São Paulo: ATLAS S.A, 2009.

SILVA, E.G.B. **Ética profissional**. Santa Catarina: Instituto Federal Farroupilha, 2012.

VALLS, Álvaro LM. **O que é ética**. Brasiliense, 2017.



ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE DE CARGA ATRAVÉS DOS MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS DE AOKI-VELLOSO, DÉCOURT-QUARESMA E TEIXEIRA

André Santos Nascimento¹
Ana Tereza Teixeira dos Santos²
Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

A etapa de fundações é um processo primordial durante a projeção de uma edificação. Realizar uma boa sondagem e avaliação da capacidade de carga do solo garantem uma melhor avaliação acerca de qual tipo de fundação deve ser utilizada e suas dimensões. Para a análise de capacidade de carga, pela literatura, diversas metodologias podem ser empregadas, cada uma diverge das outras em seus resultados, por isso, é importante uma avaliação por diferentes métodos, garantindo a segurança. O presente trabalho propôs avaliar os resultados de sondagem do solo em uma obra comercial pelos métodos de Aoki & Velloso, Décourt & Quaresma e Teixeira, buscando demonstrar a diferença entre os resultados obtidos por estes métodos. A partir dessa verificação e obtendo os valores de desvio padrão, foi constatado que tal diferença pode ser um risco caso a capacidade de carga do solo seja avaliada considerando somente um método.

Palavras-chave: Fundações profundas. Cargas do solo. Metodologias.

ABSTRACT

The foundation stage is a primordial process during the design of a building. Carrying out a good sounding and assessment of the bearing capacity of the soil guarantees a better assessment of which type of foundation should be used and its dimensions. For load capacity analysis in the literature, several methodologies can be used, each one differs from the others in its results, therefore, an evaluation by different methods is important, ensuring safety. The present work evaluates the results of soil probing in a commercial work by the methods of Aoki & Velloso, Décourt & Quaresma and Teixeira, the comparison demonstrates the difference between the results obtained by these methods. From this verification and obtaining the standard deviation values, it was found that such a difference can be a risk if the load capacity of the soil is evaluated considering only one method.

Keywords: Deep foundations. Soil loading. Methodologies.

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, nascimento.andre@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, ana.tts@discente.ufma.br

³ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



INTRODUÇÃO

Na Era Paleolítica, desejando proteger-se do clima e dos animais, o homem se abrigava em cavernas rochosas e, quando não as encontravam, em abrigos subterrâneos improvisados, onde estes eram escavações verticais de aproximadamente 2 metros de profundidade (FALCONI et al., 2019).

O método de desenvolvimento das fundações vem se aperfeiçoando cada vez mais, em virtude dos avanços tecnológicos e científicos. Um exemplo desses avanços é o desenvolvimento de métodos de investigação do solo aperfeiçoados, também, técnicas de estabilização de estruturas. Através dessas técnicas, surgiram as fundações, várias situações advindas de cada tipo de solo em sua capacidade de suportar as cargas da estrutura (ARAÚJO, 2018).

A fundação é um elemento da construção civil de muita importância, pois sua função, na estrutura, é absorver todas as cargas solicitantes e transferi-las diretamente ao solo (ABNT, 2022). Há duas classes de fundações: rasas e profundas, onde, para cada uma delas, há vários tipos de elementos (VELLOSO; LOPES, 2011). Para as fundações rasas, tem-se as sapatas isoladas, sapatas corridas, radier e blocos de fundação. Para as fundações profundas, tem-se as estacas, sendo elas Strauss, Franki, Hélice Contínua, Mega, Ômega, Raiz, Pré-Moldada e Escavada com trado mecânico (ABNT, 2022).

O objetivo deste trabalho é o estudo da capacidade de carga utilizando diferentes métodos para fundações usando a estaca de Hélice Contínua, uma estaca de concreto moldada *in loco*, realizada com perfuração no solo através da introdução de um trado helicoidal, com tubo vazado central. Após a finalização da perfuração, o concreto é lançado através do tubo metálico, simultaneamente à retirada do trado. Essa estaca possui maior agilidade na conclusão, o que garante rapidez e qualidade, além de não possuir vibrações. Durante todo o artigo, serão



previstas a capacidade de carga das estacas através dos métodos semiempíricos de Aoki & Velloso, Décourt & Quaresma e Teixeira. Em sequência, serão comparados os resultados em cada um dos métodos, com o objetivo de avaliar e observar qual deles é o mais adequado e eficiente para o cálculo da capacidade de carga de toda a edificação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Estaca Hélice Contínua

De acordo com a ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022), a estaca Hélice Contínua é uma estaca de concreto moldada *in loco*, com perfuração no solo realizada através da introdução de um trado helicoidal, com tubo vazado central, até a profundidade definida no projeto de fundações. Após a finalização da perfuração, o concreto é lançado através do tubo metálico, simultaneamente à retirada do trado.

Essa estaca possui, como característica principal, o monitoramento eletrônico do controle de profundidade, velocidade de rotação e de descida do trado na perfuração, torque do equipamento, pressão de concretagem, velocidade de subida do trado e consumo elevado de concreto, realizado através de um computador instalado na cabine de comando e ligado a sensores que captam e enviam informações sobre os processos (GALVÃO et al., 2019). Além disso, permite maior agilidade na conclusão do estaqueamento e não produz vibrações no solo local e no vizinho. Ela também possui alta produtividade, capacidade de penetração em camadas mais resistentes até que atinja o limite do trado e alta capacidade de carga (GALVÃO et al., 2019).

De acordo com a ABNT NBR 6484 (ABNT, 2022), o método consiste em introduzir, através de rotação, a haste de perfuração com hélice que, através de um torque apropriado do equipamento, acaba por vencer a resistência do solo. Possui uma tampa metálica provisória que é expulsa no início da concretagem, cuja função



é impedir que, durante a introdução do trato, haja entrada de solo ou água na haste tubular. O avanço da perfuração é sempre inferior a um passo por giro, que reduz à medida que a profundidade aumenta.

Alcançada a profundidade exigida em projeto, inicia-se a fase de concretagem através do bombeamento de concreto pela haste vazada no interior do trado. A tampa provisória, como foidito, é expulsa através da pressão do concreto e o trado passa a ser retirado, sem rotação, para que não haja derramamento de solo já escavado. A retirada do trado deve ser feita de tal forma que o concreto seja injetado sempre em pressão positiva, de ordem de 0,5 a 1,0 kgf/cm², o que garantirá a continuidade do fuste da estaca (ABNT, 2022). A ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022) cita que o concreto utilizado deve apresentar resistência característica (F_{ck}) de 20 MPa, ser bombeável e composto de cimento, areia, pedrisco e pedra 1, com consumo mínimo de cimento de 350 kg/m³, sendo facultativa a utilização de aditivos.

Após o término da concretagem, há a introdução da armadura da estaca, pois só pode ser instalada depois da concretagem (ABNT, 1996). Essa introdução é feita por gravidade, sendo empurrada pelos operários ou com o auxílio de um pilão de pequena carga ou vibrador. O objetivo dessa armadura é proporcionar ligação entre a estaca e o bloco de coroamento, que será ligado à estrutura através do pilar. Outra finalidade dessa armadura é a de garantir sua integridade estrutural, na fase de escavação para a execução dos blocos, pois é feito através de escavadeiras que, continuamente, batem na estaca durante a operação.

Método Aoki & Velloso

De acordo com Velloso de Lopes (2012), citado por Monteiro et al (2017), o método de Aoki-Velloso (1975) foi desenvolvido a partir de um estudo comparativo entre provas de carga em estacas e sondagens SPT e pode ser utilizado a partir de



resultados de ensaio SPT e CPT. Cintra e Aoki (2010) afirmam que, para o método de Aoki-Velloso, as incógnitas resistência por atrito de ponte e resistência lateral (r_p e r_l respectivamente) são relacionadas, inicialmente, com ensaios de penetração estática CPT, partindo de valores da resistência de ponta do cone (q_c) e o atrito lateral unitário da luva (f_s), conforme Equações 01 e 02.

$$r_p = \frac{q_c}{F_1} \quad [Eq. 01]$$

$$r_l = \frac{f_c}{F_2} \quad [Eq. 02]$$

Nesse método, são propostos valores para os fatores de correção F_1 e F_2 , que levam em consideração a diferença de comportamento entre a estaca e o cone do CPT e a influência do método executivo de cada tipo de estaca. A tabela 01 apresenta os fatores F_1 e F_2 para cada tipo de estaca.

Tabela 01: Fatores de correção F_1 e F_2 atualizados.

Tipo de estaca	F_1	F_2
Franki	2,5	$2F_1$
Metálica	1,75	$2F_1$
Pré Moldada	$1+D/0,8$	$2F_1$
Escavada	3	$2F_1$
Raiz, Hélice Contínua e Ômega	2	$2F_1$

Fonte: Cintra e Aoki (2010).

Pelo fato de que o método CPT é menos utilizado no Brasil, o valor da resistência de ponta e do atrito lateral podem ser estimados através do uso do índice de resistência à penetração (NSPT), demonstrado nas Equações 03 e 04.

$$q_c = KN_{SPT} \quad [Eq. 03]$$



$$f_s = \alpha KN_{SPT} \quad [Eq. 02]$$

Onde α é a razão de atrito, expressa em função do tipo de solo e K é um coeficiente que também depende do tipo de solo. A Tabela 02 mostra os valores de α e K .

Tabela 02: Valores de α e K .

Tipo de solo	K (kPa)	α (%)
Areia	1000	1,4
Areia Siltosa	800	2
Areia Siltoargilosa	700	2,4
Areia Argilosa	600	3
Areia Argilosiltosa	500	2,8
Silte	400	3
Silte Arenoso	550	2,2
Silte Arenoargiloso	450	2,8
Silte Argiloso	230	3,4
Silte Argiloarenoso	250	3
Argila	200	6
Argila Arenosa	350	2,4
Argila Arenossiltosa	300	2,8
Argila Siltosa	220	4
Argila Siltoarenosa	330	3

Fonte: Aoki e Velloso (1975).

Finalmente, a capacidade de carga R , pelo método Aoki-Velloso, pode ser estimada pela Equação 05.

$$R = \frac{KN_p}{F_1} A_p + \frac{U}{F_2} \sum_1^n (\alpha KN_L L) \quad [Eq. 05]$$

Onde N_p e N_L são, respectivamente, o NSPT na cota de apoio da ponta da estaca e o NSPT médio na camada de solo de espessura ΔL .

Método Décourt & Quaresma

Assim como Aoki-Velloso, no método Décourt-Quaresma, a capacidade de carga em estacas também é função da resistência da ponta e dos atritos laterais.



Entretanto, é determinada a partir de ensaios SPT, enquanto o método anterior é determinado através de ensaios CPT. Décourt e Quaresma (1978), conforme citado por Monteiro et al (2017), estimaram que a resistência de ponta e o atrito lateral podem ser obtidos a partir do valor médio do índice de resistência à penetração do SPT, conforme Equações 06 e 07.

$$r_p = CN_p \quad [Eq. 06]$$

$$r_l = 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) \quad [Eq. 07]$$

Onde N_L é o valor médio do índice de resistência à penetração ao longo do fuste, C é o coeficiente característico do solo (indicado na Tabela 03) e N_p é o valor médio do índice de resistência à penetração na ponta da estaca, obtido através de três valores: o correspondente ao nível da ponta, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior.

Tabela 03: Coeficiente característico do solo C.

Tipo de Solo	C (kPa)
Argila	120
Silte Argiloso *	200
Silte Arenoso *	250
Areia	400

* alteração de rocha (solos residuais)

Fonte: Décourt e Quaresma (1978).

Posteriormente, Décourt (1996) introduziu fatores α e β (indicados na tabela 04), respectivamente, nas parcelas de resistência de ponta e atrito lateral, para adequar o método para estacas escavadas com lama bentonítica, escavadas em geral, hélice contínua, raiz e injetadas sob alta pressão, obtendo-se a expressão de Equação 08.

$$R = \alpha CN_p A_p + \beta 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) UL \quad [Eq. 08]$$



Tabela 04: Valores dos coeficientes α e β em função do tipo de estaca e do tipo de solo.

Tipo de solo	Tipos de Estacas				
	Escavada em geral	Escavada com bentonita	Hélice Contínua	Raiz	Injetada sob altas pressões
α					
Argilas	0,85	0,85	0,30 *	0,85 *	1,00 *
Solos Intermediários	0,60	0,60	0,30 *	0,60 *	1,00 *
Areias	0,50	0,50	0,30 *	0,50 *	1,00 *
β					
Argilas	0,80 *	0,90 *	1,00 *	1,50 *	3,00 *
Solos Intermediários	0,65 *	0,75 *	1,00 *	1,50 *	3,00 *
Areias	0,50 *	0,60 *	1,00 *	1,50 *	3,00 *

Fonte: Décourt (1996).

Método de cálculo de Teixeira

Teixeira (1996), conforme citado por Ferreira et al (2014), na tentativa de uma unificação entre os métodos de Aoki-Velloso (1975) e Décourt-Quaresma (1978), propõe que o cálculo da capacidade de carga seja feito utilizando outros parâmetros para α e β , por meio da Equação 09.

$$R = R_p + R_L = \alpha N_p A_p + \beta N_L UL \quad [Eq. 08]$$

Onde N_p é o valor médio do índice de resistência à penetração medido no intervalo de quatro diâmetros acima da ponta e um diâmetro abaixo e N_L é o valor médio do índice de resistência à penetração ao longo do fuste da estaca.

Os valores propostos por Teixeira para o parâmetro α são decorrentes do solo e do tipo de estaca, conforme demonstra a Tabela 05.

Já os valores sugeridos para o parâmetro β são decorrentes apenas do tipo de estaca, independente da composição das camadas do solo, conforme mostrados na Tabela 06.



Tabela 05: Valores do parâmetro α .

Solo (4 < SPT < 40)	Metálica	Escavada	Franki	Raiz
Areia	400	270	340	260
Areia siltosa	360	240	300	220
Areia argilosa	300	200	240	190
Silte*	160	110	120	110
Silte arenoso	260	160	210	160
Silte argiloso	160	110	120	110
Argila*	110	100	100	100
Argila arenosa	210	130	160	140
Argila siltosa	110	100	100	100

Fonte: Aoki e Cintra (2010).

Tabela 06: Parâmetro β (kPa) (Resistência Lateral).

Tipo de estaca	β (kPa)
Metálica	4
Escavada	4
Franki	5
Raiz	6

Fonte: Aoki e Cintra (2010).

METODOLOGIA

O relatório de sondagem a percussão foi fornecido pela engenheira responsável pela obra, executado pela empresa y, e avaliada seguindo a metodologia de Terzaghi & Peck para o cálculo da capacidade de carga do solo. Mediante a isto, os mesmos ensaios de sondagens foram avaliados pelo presente trabalho por meio das metodologias de Aoki & Velloso, Décourt & Quaresma e Teixeira através de planilhas eletrônicas pelo *Microsoft Excel* desenvolvido por Tobias (UFG). Os dados de entrada estão de acordo com o observado na execução em campo das estacas escavadas em hélice contínua, com o diâmetro de 40 cm, com profundidades que variam de 8 a 11 metros.



Figura 01: Layout inicial da planilha.



Fonte: Tobias (UFG).

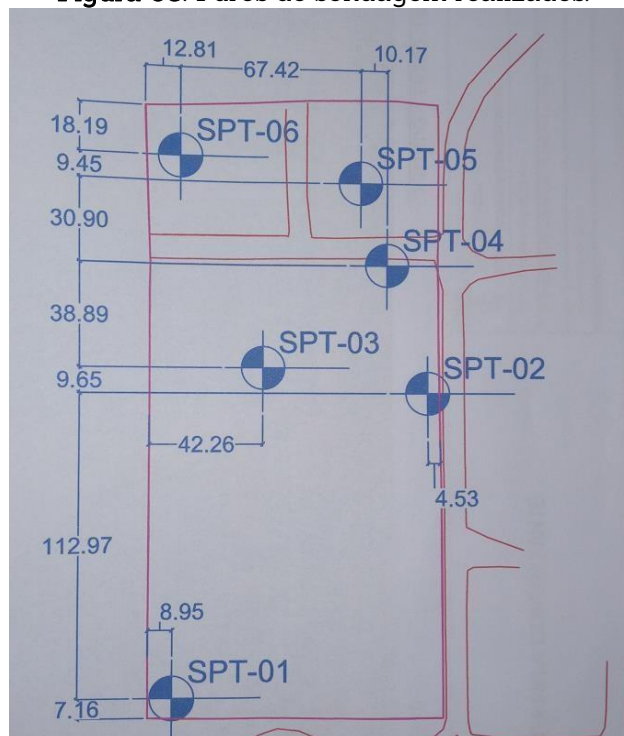
Figura 02: Inserção dos dados de entrada do primeiro furo.

SONDAGEM			N. A.	FUSTE DA ESTACA
Profundidade (m)	N _{SPT}	Composição da Camada	20	
1	6	Areia argilosa		1
2	2	Areia argilosa		2
3	2	Areia argilosa		3
4	5	Areia argilosa		4
5	7	Areia argilosa		5
6	5	Areia argilosa		6
7	7	Areia argilosa		7
8	6	Areia argilosa		8
9	14	Areia argilosa		9
10	27	Areia argilosa		10
11	50	Areia argilosa		11
12	51	Areia argilosa		12
13	54	Areia argilosa		13
14	56	Areia argilosa		14
15	59	Areia argilosa		15

Fonte: Tobias (UFG).

Os furos de sondagem realizados pela Empresa X no terreno em questão estão representados pela Figura 03.

Figura 03: Furos de sondagem realizados.



Fonte: Empresa X (2022).



Figura 04: Representação aérea do terreno.



Fonte: Google Earth (2023).

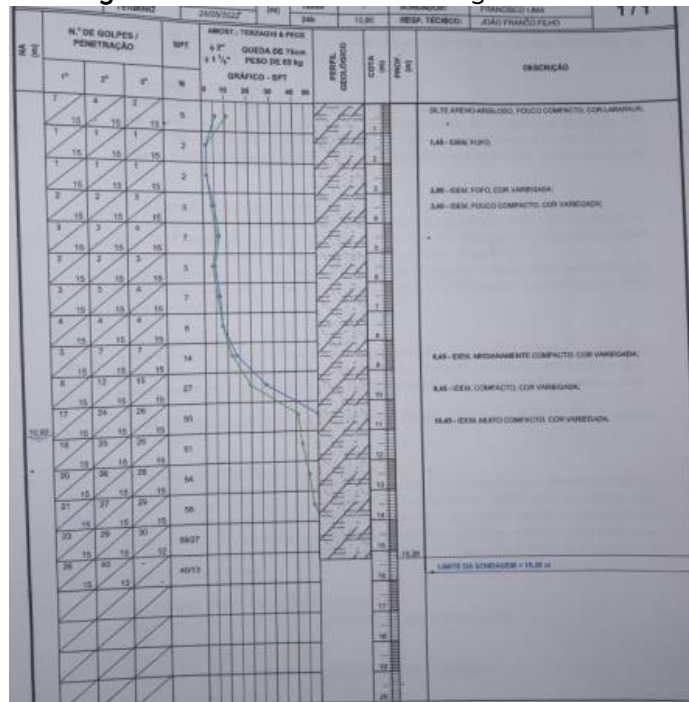
Neste trabalho foram utilizados apenas os resultados obtidos pelos furos SPT-01, SPT-02 e SPT-03, como descritos acima, pois tais sondagens encontraram um nível de água parecidos entre si, sendo em média de 9 metros de profundidade e por não apresentaram grandes variações na execução das estacas, como é o caso das estacas escavadas na região próxima aos furos de sondagem de 04 a 06.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados inseridos na tabela de Ferreira (2014), com base em cada um dos 3 ensaios de sondagens realizados (também listados a seguir). Para o ensaio SPT-01, visto na figura 02, é possível verificar que o nível de água está em 10,90 m bem como os respectivos valores de N_{spt} .

Com base nestes dados, na Tabela 07 estão previstas as capacidades de carga baseadas em cada método de avaliação (Aoki & Velloso, Décourt & Quaresma e Teixeira).

Figura 05: resultados da sondagem SPT-01.



Fonte: Empresa X (2022).

Tabela 07: Carga geotécnica admissível SPT-01.

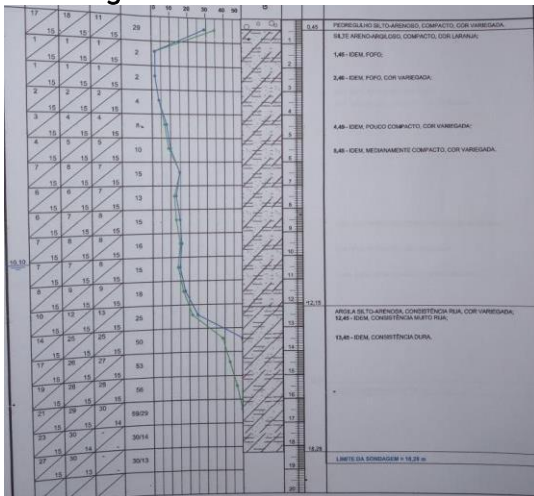
Profundidade (m)	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
0	0	0	0	0
1	11,40	0,00	15,08	8,83
2	15,21	0,00	27,65	14,28
3	19,01	14,66	39,37	24,35
4	28,51	29,85	51,31	36,56
5	41,81	46,18	64,38	50,79
6	51,32	62,59	77,37	63,76
7	65,17	79,64	91,01	78,61
8	81,01	97,44	105,46	94,64
9	108,71	117,22	122,22	116,05
10	162,15	138,80	144,08	148,34

Fonte: Própria (2022).

Neste caso, é possível identificar diferenças entre os valores encontrados para os três métodos de avaliação, representando que a média simples entre os valores dos métodos se tornamais eficaz e confiável. Para os demais dois furos de sondagens, apresentados a seguir, também se obtêm os mesmos resultados.

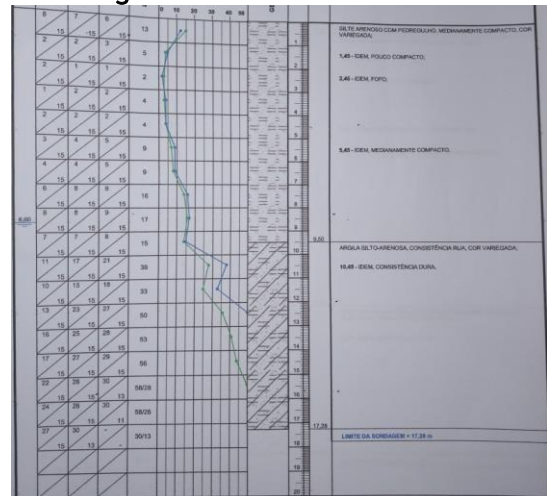


Figura 03: resultados SPT-02.



Fonte: Empresa X (2022).

Figura 04: resultados SPT-03.



Fonte: Empresa X (2022).

Deste modo, os resultados das análises de capacidade de carga pelos diferentes métodos estão dispostos a seguir nas Tabelas 08 e 09.

Tabela 08: Carga geotécnica admissível SPT-02.

Profundidade (m)	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
0	0	0	0	0
1	57,40	0,00	72,88	43,43
2	61,36	0,00	114,35	58,57
3	65,31	20,94	145,35	77,20
4	73,23	40,32	171,11	94,89
5	89,06	60,42	195,74	115,08
6	108,86	81,72	220,46	137,01
7	138,54	105,35	247,02	163,64
8	164,27	130,22	274,36	189,62
9	193,96	156,52	302,84	217,77
10	225,63	183,96	332,50	247,36

Fonte: Própria (2022).

Tabela 09: Carga geotécnica admissível SPT-03.

Profundidade (m)	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
0	0	0	0	0
1	24,71	0,00	32,67	19,13
2	34,21	0,00	55,29	29,83
3	38,01	20,94	73,72	44,23
4	45,62	40,32	90,06	58,66
5	53,22	58,75	105,14	72,37
6	70,32	78,30	121,47	90,03
7	87,43	98,64	138,71	108,26
8	117,84	121,16	158,81	132,60
9	150,15	145,36	181,43	158,98
10	173,48	170,91	205,56	183,32

Fonte: Própria (2022).

Os valores expostos apresentam variações entre si, justificando mais uma vez



que a média dos valores encontrados deve ser utilizada para garantir uma segurança maior com relação a escolha e execução de fundações profundas. Tendo as médias de cada furo de sondagem, pode ser demonstrado o desvio padrão dos valores, como apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Desvio padrão para as médias dos três métodos.

Profundidade	média SPT-01	média SPT-02	média SPT-03	Desvio padrão
1	8,83	43,43	19,13	14,51
2	14,28	58,57	29,83	18,35
3	24,35	77,2	44,23	21,80
4	36,56	94,89	58,66	24,04
5	50,79	115,08	72,37	26,71
6	63,76	137,01	90,03	30,30
7	78,61	163,64	108,26	35,24
8	94,64	189,62	132,6	39,03
9	116,05	217,77	158,98	41,69
10	148,34	247,36	183,32	41,00

Fonte: Própria (2022).

É notório observar que os valores possuem grandes disparidades, devendo ser reconsiderado a avaliação por um único método para a capacidade de carga do solo. Os valores de desvio padrão, mesmo que sejam baseados nas médias de cada ensaio de sondagem, ainda demonstram essa disparidade nos resultados.

Ressalta-se que não foi possível realizar uma análise crítica sobre o método utilizado e sobre a fundação executada, uma vez que, não se obteve acesso ao projeto estrutural da edificação com a carga aplicada em cada fundação.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos por este trabalho, foi possível verificar que há uma grande diferença entre os valores de capacidade de carga do solo para os diferentes métodos de avaliação. Sabendo disto, é necessário que o projetista de fundações faça seu projeto de fundações baseando-se numa média dos valores



encontrados ou utilizando os valores mais baixos, de modo a garantir a segurança da estrutura. Os valores de desvio padrão apresentados demonstram tal disparidade para o caso avaliado, afirmando que uma verificação utilizando somente um método pode não ser condizente com a realidade do solo a ser utilizado, gerando prejuízos em reforços de fundações.

REFERÊNCIAS

AOKI, N.; VELLOSO, D. de A. Um método aproximado para estimativa da capacidade decarga de estacas. *In: Pan-American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 1975. p. 377.

ARAÚJO, W.S. **Comparativo entre as fundações profundas estaca escavada e hélice contínua, visando a viabilidade econômica, executiva e segurança estrutural**. Núcleo do Conhecimento, 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/dimensionamento-de-fundacoes>. Acesso em: 30 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6484: Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT -Método de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H. **Fundações diretas: projeto geotécnico**. Oficina de textos, 2011.

DÉCOURT, L.; QUARESMA, A. R. Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT. *In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações*. 1978. p. 45- 53.

ESTACA HÉLICE CONTÍNUA. Geoflix. Disponível em: <http://www.geoflix.com.br/servico-ehc.php#:~:text=A%20Estaca%20H%C3%A9lice%20Cont%C3%ADnua%20%C3%A9,profundidade%20do%20projeto%20de%20funda%C3%A7%C3%B5es..> Acesso em: 31 ago. 2022.



FALCONI, F.; et al. **Fundações** - teoria e prática. São Paulo: Editora Pini, 2019. p. 751.

FERREIRA, T. R. **Previsão da capacidade de carga em estacas**. UFMG, 2014.

FERREIRA, T.R.; DELALIBERA, R.G.; SILVA, W.A. Rotina computacional para a previsão da capacidade de carga em estacas. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 8, n. 3, p. 38-50, jun. 2014. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/4109>. Acesso em: 31 ago. 2022.

MELO, B. N. et al. Análise do atrito lateral em estacas hélice contínua instrumentadas por meio do conceito de Rigidez. In: **16º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**. Porto de Galinhas. 2012.

MONTEIRO, T.L.; ARAÚJO, C.B.C.; AGUIAR, M.F.P. Análise de métodos semi-empíricos nacionais e internacionais para determinação da capacidade de carga axial em estacas tipo raiz. **Revista Tecnologia**, v. 38, n. 2, p. 1-16, dez. 2017. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/7130/5614>. Acesso em: 31 ago. 2022.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.



ÉTICA APLICADA À ENGENHARIA CIVIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA SOBRE OS PRINCÍPIOS ÉTICOS PARA ENGENHEIROS CIVIS NO BRASIL

Wesley Fonseca Pereira¹

Larissa Evangelista Euzébio²

Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar, por meio de uma Revisão Integrativa de Literatura, estudos sobre o tema Ética aplicado à Engenharia Civil. Utilizando os descritores “Ética + Engenharia Civil”, pesquisamos o tema em três bancos de dados distintos: Periódicos Capes, SciELO Brasil e Google Acadêmico. No total, 12 (doze) trabalhos foram incluídos e analisados, 22 (vinte e dois) foram ignorados e 07 (sete) foram descartados. Apesar da escassez de estudos nos bancos de dados do Periódicos CAPES e a inexistência de trabalhos na SciELO Brasil, houve um resultado significativo no banco de dados do Google Acadêmico, fato que demonstra a relevância dos estudos em ética associada à Engenharia Civil. Com a análise dos estudos incluídos, concluímos que além de existir grandes esforços para tratar, cientificamente, dos princípios éticos para engenheiros civis, também houve, nos últimos anos, um crescente interesse das academias para explorar o tema, seja por meio de artigos científicos, livros, trabalhos de conclusão de curso ou quaisquer outros formatos.

Palavras-chave: Ética. Revisão integrativa. Engenharia Civil.

ABSTRACT

This work aims to present, through an Integrative Literature Review, studies on the topic Ethics applied to Civil Engineering. Using the descriptors “Ethics + Civil Engineering”, we researched the topic in three different databases: Capes Periodicals, SciELO Brasil and Google Scholar. In total, 12 (twelve) works were included and analyzed, 22 (twenty-two) were ignored and 07 (seven) were discarded. Despite the scarcity of studies in the Periódicos CAPES databases and

¹Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Maranhão (UFMA), wesley.fonseca@discente.ufma.br

² Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Maranhão (UFMA), larissa.euzebio@discente.ufma.br

³ Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Maranhão (UFMA), moises.asj@ufma.br



the lack of works in SciELO Brazil, there was a significant result in the Google Scholar database, a fact that demonstrates the relevance of studies in ethics associated with Civil Engineering. With the analysis of the included studies, we concluded that in addition to great efforts to scientifically address ethical principles for civil engineers, there has also been, in recent years, a growing interest from academies to explore the topic, either through scientific articles, books, course conclusion work or any other formats.

Keywords: Ethic; Integrative review; Civil Engineering.

INTRODUÇÃO

De modo geral, a ética é indispensável a todos os profissionais. No âmbito da engenharia civil, essa prática deve nortear os engenheiros, de modo que sua conduta, além de ser reflexo de um comportamento adequado, também demonstra uma preocupação com o futuro da sociedade e todos os fatores que a impactam positiva ou negativamente. Nesse cenário, o profissional da engenharia deve se pautar nos princípios básicos que regem a vida humana, objetivando, conforme determina o dispõe o Código de Ética e Deontologia (2016),

[...] preservar e melhorar as condições de vida da Humanidade. Para tal, o Engenheiro recorre a conhecimentos científicos e tecnológicos de elevadas complexidade e especialização que, pela sua natureza, não são acessíveis à generalidade das partes interessadas na sua atividade profissional, isto é, aqueles que são ou poderão vir a ser afetados – positiva ou negativamente – pelos resultados dos atos de engenharia praticados” (BRASIL 2016).

Também nesse sentido, Zanon *et al.* (2021, p. 83) explicam que “os profissionais devem voltar-se para o bem-estar e o desenvolvimento do homem, em seu ambiente e em suas diversas dimensões”. Assim, além da preocupação direta com a vida humana, o engenheiro também deve se preocupar com a sustentabilidade dos processos, produtos e serviços e tudo o mais que essa profissão engloba.

Neste trabalho, com o objetivo de munir o leitor de um rol significativo de trabalhos envolvendo o exercício da ética atrelado a engenharia civil, bem como



apresentar noções básicas sobre o tema, elaboramos uma revisão integrativa de literatura intitulada “ÉTICA APLICADA A ENGENHARIA CIVIL: uma revisão integrativa de literatura sobre os princípios éticos para engenheiros”. Outrossim, também tivemos a pretensão de elencar pesquisas que pudessem contribuir para ampliar ainda mais os conhecimentos dos engenheiros nessa área.

Inicialmente, apresentamos a fundamentação teórica com estudos básicos ética atrelada à Engenharia Civil. Em seguida, detalhamos a metodologia utilizada para alcançar os resultados objetivados nesta proposta.

Após essa etapa, exibimos os resultados atingidos por ocasião da pesquisa, detalhando-os, e propomos uma discussão sobre os principais destaques de cada estudo, no intuito de proporcionar um melhor entendimento do tema.

Por fim, apresentamos as considerações finais, enfatizando o papel da ética na prática da engenharia.

Acreditamos que os estudos que associam ética à engenharia se justificam pela importância que essa área de estudo possui e suas implicações no futuro da humanidade, uma vez que a adoção de posturas éticas, na prática, além de tornar o trabalho da engenharia mais sustentável, também contribui com o bem-estar humano e configura um ato de responsabilidade com o planeta. Dito isso, a temática ética atrelada à engenharia civil, tem recebido a devida importância e tem sido alvo de pesquisa no Brasil?

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Pinheiro et al. (2006), “as pessoas, seja qual for sua origem social, têm vivido sob influência dos aspectos éticos disseminados na sociedade”, ou seja, desde que nascemos somos constantemente influenciados pelo comportamento das pessoas ao nosso redor. Por isso, quando se trata de ética acaba-se por se aprender



de forma consciente ou não, hábitos e/ou comportamentos que podem ser considerados antiéticos.

Segundo Zanon et al. (2021) a ética está “integrada a um contíguo de valores morais que orientam a conduta humano em uma sociedade, desta forma a ética é uma reflexão da moral, de maneira científica, baseada, teórica e racional”, dessa forma temos uma relação intrínseca entre ética e moral.

Nesse contexto, o estudo da ética por profissionais é imprescindível para mudar esse panorama de vivermos em uma sociedade que constantemente pratica atos antiéticos como se fosse algo normal.

Assim sendo, Pinheiro et al. (2006) diz que:

Cada profissional deve ter, desde a sua formação, a capacidade de questionar e revisar suas ações constantemente. Os códigos deontológicos que fazem parte da formação de cada profissão devem ser como bússola que orienta preceitos morais e não ter caráter corporativista de proteção aos profissionais.

Os profissionais devem atuar no seu ambiente de trabalho sempre de forma ética, usando como guia os códigos ética e deontologia das suas respectivas profissões, para que assim possamos ter um mundo cada vez mais ético.

O profissional de engenharia civil, historicamente está ligado ao crescimento e desenvolvimento da sociedade e por sua formação lhe permitir atuar nas mais diversas áreas da engenharia, tem uma grande responsabilidade e dever de atuar de forma ética, sendo que, atuação dos mesmos envolvem a segurança de vidas humanas, assim sendo, o mesmo tem que ter discernimento do dever que o exercício da profissão lhe impõe (KRUBNIKI; PEREIRA, 2019).

A Ordem dos Engenheiros criou o Código de Ética e Deontologia, que é o guia que os profissionais de engenharia devem seguir para serem profissionais éticos e morais, onde relacionado ao exercício da engenharia como profissão, o mesmo diz que os profissionais de engenharia devem ter princípios, valores e práticas que



relevam para uma fundamentação ética da engenharia, capaz de aprofundar e elevar os ideais e padrões de exigência de todos quantos se obrigam ao exercício digno da profissão (CÓDIGO DE ÉTICA E DEONTOLOGIA, 2016).

Zanon et al. (2021) diz que:

Ética para os profissionais das carreiras tecnológicas, como a da engenharia, o mais basilar princípio é compreender a dimensão de que o saber obtido na profissão como a de engenharia e suas ações, deve estar voltado ao bem da humanidade e, portanto, saber harmonizar as ações e interesses pessoais aos interesses coletivos deve ser a preocupação primordial do profissional que espera caminhar na linha ética ao longo da sua carreira.

Logo, percebe-se que todo o engenheiro civil que quer ter a ética presente ao longo da sua carreira, deve sempre respeitar o interesse coletivo ao exercer sua profissão de forma a nunca usar o conhecimento obtido na sua formação para prejudicar o interesse público.

Além a responsabilidade moral de o engenheiro civil exercer a profissão de forma ética, temos outras justificativa do porquê a ética deve sempre estar presente na atuação desse profissional, onde o mesmo por exercer uma profissão que vende produtos que serão usados por pessoas, deve estar ciente que a atuação antiética traz riscos para as pessoas que irão usar esses produtos. E após ocorrerem acidentes relacionados a obras que tinham esse profissional como responsável técnico, o mesmo tem que responder criminalmente, isso por si só, é agravante para sempre se ter o código de ética como guia.

Pinheiro et al. (2006) que:

As ações do engenheiro por se tratar de responsável técnico, podem acarretarem penas por processos criminais e consequentemente reclusão, sendo estas relacionadas ao grau de influência. Dentre os fatos que podem ser encarados como criminais, destacam-se o que se seguem: desabamento – queda de construção por culpa humana; desmoronamento – resultado de causas de natureza; incêndio – quando provocado por sobrecarga elétrica; intoxicação ou morte por agrotóxico – pelo uso indiscriminado de inseticidas na lavoura sem a devida orientação e equipamento; contaminação – provocada por vazamentos de elementos radioativos e outros.

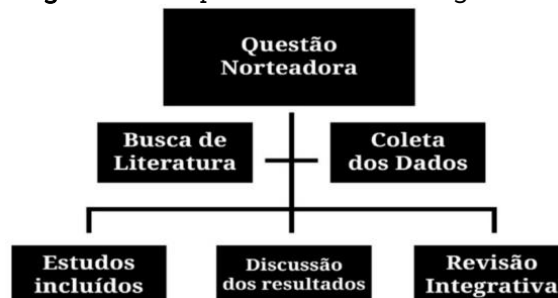


A partir do exposto podemos reforçar mais uma vez a responsabilidade que o engenheiro civil tem ao exercer sua profissão e a razão pela qual ele deve sempre ser ético na sua carreira. Já que ao ser ético no exercício da profissão ele terá menos chances de cometer erros que possam levá-los a responder criminalmente ou penalmente, ou mesmo acabar com vidas humanas.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura científica sobre o tema ética e engenharia civil. Para tanto, utilizamos os descritores “ética” + “Engenharia Civil” nos bancos de dados: Periódicos CAPES, Scielo Brasil e Google Acadêmico. Para desenvolver a revisão, tomamos como base as etapas propostas por Souza, Silva e Carvalho (2010), conforme esquema detalhado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da Revisão Integrativa.



Fonte: Adaptado de Souza, Silva e Carvalho (2010).

Para compor o quadro de estudos para análise, incluímos as pesquisas realizadas e publicadas nos formatos: artigos, dissertações e teses sobre o tema “Ética e Engenharia Civil”. Nesse contexto, adotamos os seguintes critérios de inclusão: a) trabalhos completos publicados em Língua Portuguesa (Brasil); b) independente da data de publicação; c) independente do Qualis Capes do Periódico



de publicação; d) que contemplavam, integralmente, o tema “Ética + Engenharia Civil”; e e) até o 30º (trigésimo) resultado encontrado em cada plataforma.

Como critério de exclusão e/ou de não seleção, elegemos o seguinte: a) trabalhos escritos em línguas estrangeiras; b) em formatos de Revisão Integrativa; c) não realizados no Brasil; e d) que não tinham nenhuma relação com ética aplicada à Engenharia Civil. As buscas nas plataformas foram feitas no mês de agosto de 2022.

Para encontrar os estudos, aplicamos, na SciELO Brasil, Periódicos CAPES e Google Acadêmico, os descritores “Ética + Engenharia Civil”, em Português (Brasil), com o objetivo de localizar títulos, resumos, palavras-chave, ou outras informações que tratassem da ética aliada à Engenharia Civil.

Depois de estabelecer a relação entre os trabalhos encontrados e o tema proposto, incluímos, em quadros e na mesma sequência da busca, os trabalhos abrangidos pelos descritores, cujos títulos e resumos foram analisados. Quando não identificamos, em títulos e resumos, utilizamos o recurso “Ctrl+F ou Command F”, usando os termos “ética” e “Engenharia Civil”, com o objetivo de identificar, no teor do trabalho, algumas informações sobre o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o uso dos termos “Ética + Engenharia Civil” nos bancos de dados, a pesquisa retornou 77.611 (setenta e sete mil e seiscentos e onze) resultados. Do total, 12 (doze) trabalhos foram selecionados, 22 (vinte e dois) ignorados e 07 (sete) excluídos. No Periódicos CAPES, foi incluído 01 (um) trabalho, excluídos 02 (dois) trabalhos e ignorados 08 (oito). Na SciELO Brasil, não houve resultados. No Google Acadêmico, foram localizados 77.600 estudos, sendo 11 (onze) incluídos, 05 (cinco) excluídos e 77.584 ignorados, uma vez que nessa plataforma a busca por trabalhos



foi limitada aos 30 (trinta) primeiros trabalhos, e os trabalhos que estavam na entre os trinta primeiros da lista, foram ignorados por já apresentarem no título, parâmetros de exclusão acima citados.

No Quadro 1, a seguir, apresentamos a síntese dos resultados encontrados nos três bancos de dados.

Quadro 1: Síntese dos resultados da Revisão Integrativa.

Plataforma	Descritores Utilizados	Referências Selecionadas (Título+Resumo)	Referências Ignoradas
Periódicos CAPES	Ética + Engenharia Civil	1	8
SciELO	Ética + Engenharia Civil	0	0
Google Acadêmico	Ética + Engenharia Civil	11	14

Fonte: adaptado de periódicos CAPES, SciELO e Google Acadêmico (2022).

No Quadro 2 (abaixo), são identificados os trabalhos excluídos e os motivos que concorreram para tal ação de exclusão.

Quadro 2: Referências excluídas e motivo da exclusão.

N	Referências	Motivo
1	Pasmanik Volochinsky, D., Rodríguez Araneda, MJ, Reyes Espejo, MI, & Tarride Fernández, M. (2016). Reconstrução do ethos da carreira de engenheiro civil industrial no Chile: uma abordagem preliminar. <i>Acta Bioethica</i> , 22 (2). Recuperado de https://actabioethica.uchile.cl/index.php/AB/article/view/43776 .	Pesquisa escrita em outro idioma
2	LISBOA, Marijane. O Princípio Responsabilidade e a engenharia genética. <i>Cadernos Cajuína</i> , v. 2, n. 1, p. 166-176, 2017.	Não trata de Engenharia Civil



3	DA CRUZ MAGDALENA, Rafael Augusto Valentim. Por uma educação humano-crítico-ética: Um estudo a partir do curso de graduação da Engenharia Civil da Universidade São Francisco. Paco e Littera, 2021.	Livro
4	DE MATOS, Cleino; ARAÚJO, DENISE CINTIA DA SILVA. O DESAFIO DA ÉTICA NA PROFISSÃO DA ENGENHARIA CIVIL. 2018.	TCC
5	SILVA, Anderson Alves da. Perícia imobiliária: ética e atuação do engenheiro civil na análise judicial. 2022.	TCC
6	DE MOURA, Eduardo Martins Vieira Pires. A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA RESPONSABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL.	TCC
7	CHAGAS, DANIELLA CRISTINA; HERINGER, VICTOR HUGO PAGANI. RESPONSABILIDADES DO ENGENHEIRO CIVIL. 2014.	TCC

Fonte: Adaptado de periódicos CAPES, SciELO e Google Acadêmico (2022).

Já no Quadro 3, apresentamos todas as referências incluídas a partir das buscas. Vale lembrar que apenas nos bancos de dados da SciELO Brasil não houve resultados. A maior parte dos resultados foram encontrados no Google Acadêmico, seguido do Periódicos CAPES. Vale ressaltar que o resultado das buscas referem-se apenas a trabalhos na modalidade artigos. Assim, no quadro a seguir, a letra "A", na coluna esquerda, indica artigo, enquanto o número ao lado da letra, representa a ordem numérica em que foram localizados. cumpre destacar, ainda, que o primeiro artigo (A1) foi listado no Periódicos CAPES e todos os demais (A2 à A12) foram localizados. O Google Acadêmico.

Quadro 3: Referências incluídas e detalhamentos.

N°	Referências / Detalhamento
A1	MOREIRA, J. da S.; RIBEIRO, M. L. Conhecimentos profissionais mobilizados por professores engenheiros para gerir dilemas da prática pedagógica. Revista Docência do Ensino Superior, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 124-141, 2017. DOI: 10.35699/2237-5864.2017.2252. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/2252 . Acesso em: 28 ago. 2022.



	<p>O texto apresenta resultados de pesquisa qualitativa que objetivou investigar quais são os conhecimentos profissionais mobilizados por professores universitários de cursos de Engenharia de uma universidade pública, para gerir dilemas da sala de aula. Contribuições de Bardin, Juarrero, Legendre, Nono, Mizukami e Shulman, dentre outros, deram sustentação teórica à análise dos dados coletados por meio de um questionário que continha um caso de ensino seguido de questões, que foram analisadas por quatro docentes de Engenharia da Computação, Engenharia de Alimentos e Engenharia Civil. Os resultados evidenciam, como dilema dos professores, o fato de nem sempre se prepararem adequadamente para as aulas e de terem de lidar com as questões éticas da profissão e com o plágio em sala de aula. No que tange aos conhecimentos profissionais, os professores enfatizaram os conhecimentos do conteúdo específico, os pedagógicos do conteúdo e os didáticos, além daqueles relacionados à dimensão afetiva. Como fontes de conhecimentos, destacaram o estágio em docência e a aprendizagem com os pares.</p>
A2	<p>ZANON, João Paulo Magalhães; LAGE, Eduardo Gouveia Santiago; LIMA, Diogo Pedreira. Ética na engenharia civil. <i>Engineering Sciences</i>, v. 9, n. 1, p. 75-84, 2021. Disponível: http://sustenere.co/index.php/engineeringsciences/article/view/CBPC2318-3055.2021.001.0008, DOI: https://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2021.001.0008.</p> <p>É essencial para o engenheiro ampliar uma visão sistemática do planeta, ou seja: saber que, como atuante de mudança social, ele é componente do todo. Neste aspecto, é efetivo dilatar capacidades científica e tecnológica com gestão moral. Ao assumir consciência da obrigação de harmonizar sua habilidade técnica com a habilidade humana, esse profissional aumentará a habilidade conceitual, a qual está diretamente integrada à constituição e conexão de todas as atividades, caracteres e interesses da organização a qual pertence ou presta serviço. Seja qual for a particularidade da engenharia, o seu profissional deve estar entrelaçado e empenhado com o presente e com o futuro da organização. É a partir dessa hipótese que está implantado o presente artigo, a qual objetiva expor uma reflexão sobre a força da Responsabilidade Social na formação do engenheiro. Procura-se no presente artigo ponderar os princípios que norteiam a Responsabilidade Social como uma plausível ajuda na gênese apropriada para os novos profissionais de engenharia.</p>
A3	<p><u>KRUBNIKI, Monique. PEREIRA, Elias. A responsabilidade Civil e Criminal do Profissional de Engenharia Civil. <i>Revista de Engenharia e Tecnologia</i>. Vol. 11, n. 4, Dez. 2019. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/14207.</u></p> <p>Os engenheiros civis são por formação profissionais multifacetados, atuando nas mais diversas áreas e sendo responsáveis pela construção de obras civis, industriais e de infraestrutura, contribuindo para o crescimento bem-estar da sociedade. Infelizmente muitos profissionais desconhecem as suas responsabilidades legais, sendo que este trabalho tem como objetivo principal o debate acerca da responsabilidade civil do profissional de Engenharia Civil, baseando-se código civil, nas Leis nº 5.194/66, e nº 6.496/77 que regulamentam o exercício das profissões de Engenheiro Civil, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, estabelecendo a Responsabilidade Técnica na prestação de serviços. O método de pesquisa utilizado foi a pesquisa bibliográfica sistemática com o intuito de levantar e avaliar os temas delimitados por meio de estudos e autores relevantes na área de responsabilidade civil [...].</p>



A4	<p><u>SOUZA, D. V. et al. Incêndio da boate kiss: análise da conduta ética dos engenheiros civis. Revista JurisFIB, v. 4, n. 4, p. 441-449, 2013. Disponível em: https://revistas.fibbauru.br/jurisfib/article/view/181.</u></p> <p>O presente artigo visa efetuar uma breve análise da Conduta Ética de Engenheiros Civis. De acordo com a Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973 do CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia), o engenheiro civil está apto a desempenhar diversas funções, dentre elas supervisão, coordenação e orientação técnica; Estudo, planejamento, projeto e especificação.</p>
A5	<p>NETTO, R. D.; KOLLN, E. B.; BARBOSA, P. H. M.; SILVA, M. A. DA; BRITO, R. F. HUMANIZAÇÃO E ÉTICA: DESAFIOS DO MUNDO CONTEMPORÂNEO, CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA CIVIL POR MEIO DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA. Pretextos - Revista da Graduação em Psicologia da PUC Minas, v. 4, n. 7, p. 388-407, 19 jul. 2019.</p> <p>Este artigo pretende apresentar algumas reflexões acerca de como a Extensão Universitária é lugar, por excelência, de construção humana e ética em nossa sociedade contemporânea. Inicialmente, buscamos identificar o que realmente vivemos e experimentamos em tempos marcados por grandes mudanças em todos os aspectos da vida humana. Para enfrentar a crise pós-moderna, nossa reflexão aborda os seguintes temas: a humanização, entendida como processo constitutivo do sujeito; e a ética, entendida como sustentáculo para o agir humano. Procuramos ir além da mera narrativa de um projeto de extensão e de sua avaliação por indicadores de desempenho. Pelo contrário, arriscamos articular a atual crise com o referencial teórico de Paulo Freire e a execução do Projeto de Extensão Universitária da Engenharia Civil - PUC Minas - Campus São Gabriel, no Programa Vila Fátima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.</p>
A6	<p>SEGUNDO, Domiciano Vieira Gomes et al. A IMPORTANCIA DA ÉTICA E MORAL JUNTO A PROFISSÃO DO ENGENHEIRO CIVIL. Revista Campo do Saber, v. 4, n. 3, 2018.</p> <p>Com base nas primeiras escolas de Engenharia foi-se evoluindo rapidamente, voltadas para um ensino prático e teórico. Foram modernizando e ampliando-se a aplicação da ciência e tecnologia. Com grande destaque temos grandes pensadores que cooperaram para que hoje tenhamos um desenvolvimento importante na Engenharia, são eles: Francis Bacon com o Método Experimental, René Descartes com a Geometria Analítica, Gaspard Monge com a Geometria Descritiva, e assim, todos estes estudiosos foram aperfeiçoando e complementando a Engenharia. O desenvolvimento da Engenharia no Brasil manteve-se por muito tempo atrasada por ser baseada na escravidão, então ao longo do tempo foram surgindo novas escolas técnicas e faculdades com o Curso de Engenharia Civil, que se tornou envolvente, empolgante e reveladora. O Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia, que obriga a todos os profissionais da Engenharia da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia, em todas as suas modalidades e níveis de formação e enuncia os fundamentos éticos e as condutas necessárias à boa e honesta prática das profissões e relacionam direitos e deveres correlatos de seus profissionais. Os profissionais devem voltar-se para o bem-estar e o desenvolvimento do homem, em seu</p>



	<p>ambiente e em suas diversas dimensões: como indivíduo, família, comunidade, sociedade, nação e humanidade [...].</p>
A7	<p>DE LIMA REDA, André Luiz; HERCULINO, Felipe Paolucci. PESQUISA DE GRADUAÇÃO CONSTRUINDO RESPONSABILIDADE ÉTICA E VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL: Papel do engenheiro civil e legislação sobre projetos para uso do solo urbano. In: Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education. 2013.</p> <p>A legislação que controla a ocupação do solo urbano visa proteger o meio ambiente e a qualidade do uso do solo, promovendo, assim, a integridade dos ecossistemas e a qualidade de vida humana. A substituição contínua da vegetação por pavimentos e edificações por empreendimentos urbanos eleva consideravelmente os volumes de águas pluviais lançados no sistema público de drenagem – aumentando ainda mais a frequência e o tamanho das inundações. grande São Paulo, bem como em outras regiões metropolitanas brasileiras. Estes, e também um decreto do Estado de São Paulo, estabelecem o tamanho mínimo dessas lagoas em função da área impermeabilizada. O mesmo acontece com um decreto oficial do projeto, atualmente sob proposta. Este trabalho, no entanto [...].</p>
A8	<p><u>TIMOTEU, Fabrício Ferreira et al. ÉTICA NA ENGENHARIA EM DEFESA DA VIDA TERRESTRE. Anais da Jornada Acadêmica das Engenharias, v. 1, n. 1, p. 29-29, 2020. Disponível em: https://periodicos.univale.br/index.php/jae/article/view/71.</u></p> <p>Introdução: A proteção do Planeta Terra contra a degradação e a favor da sua recuperação são tópicos que na atualidade vem sendo preocupação diária visto que as grandes e incessantes queimadas das florestas e perda da biodiversidade podem comprometer as gerações futuras. Visando mitigar estes impactos, o objetivo número 15 (quinze) do Desenvolvimento Sustentável versa sobre a vida terrestre em todos seus aspectos e este assunto foi discutido nas aulas de Ética Profissional visando sua associação com ações de Engenharia. Objetivo: Discutir estratégias sobre como a Engenharia pode contribuir para a prática do 15º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável. Metodologia: Pesquisa bibliográfica e debates realizados em aulas da disciplina Ética Profissional. Resultados: Os principais resultados esperados são, a valorização das reservas florestais, tornando-as um negócio atrativo para os proprietários de terras e aumentando assim o número de florestas [...].</p>
A9	<p><u>CRUZ, Cleane Araujo et al. A IMPORTÂNCIA DA CONSCIENTIZAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL PARA PRESERVAÇÃO DA NATUREZA E SUSTENTABILIDADE DO PLANETA. Revista Campo do Saber, v. 4, n. 3, 2018. Disponível em: https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/110.</u></p>



	<p>O engenheiro é um profissional do ramo da construção civil que mediante a sua criatividade, seus conhecimentos científicos e objetividade alcança a resolução de problemas técnicos, ele tem o papel importante na sociedade e no desenvolvimento do país, não só, aproximando cidades, promovendo felicidade, sendo responsável, defendendo o ambiente e seus recursos, mas também, utilizando sua ética em prol do bem comum. Para efetivação da área é preciso seguir um padrão estipulado pelas regulamentações como, o uso do título profissional e registros, atribuições profissionais e coordenação de suas atividades, responsabilidade e autoria, prosseguir de acordo com os órgãos fiscalizadores. Caso você vá contra os códigos de ética, tais como, objetivo da profissão, natureza da profissão, honradez da profissão, eficácia profissional, relacionamento profissional, liberdade e segurança profissionais e intervenção profissional sobre o meio ambiente estará sujeito a sanções presentes na lei, como, advertência reservada, censura pública, multa, suspensão temporária do exercício profissional, cancelamento definitivo do registro, punições as quais inseridas pelas câmaras especializadas [...].</p>
A10	<p><u>VIDOTTI, L. F. ., VENTURINI, H. A. ., RIBEIRO, A. B. D. O. ., BRIGHENTE, C. B. ., & SOUZA, R. M. de . (2020). RESPONSABILIDADE DO ENGENHEIRO CIVIL FRENTE AO CLIENTE. ANAIS DO FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO UNIFUNEC, 10(10). Recuperado de https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4364.</u></p> <p>INTRODUÇÃO: O Código de Ética Profissional é o conjunto de normas éticas, que devem ser seguidas pelos profissionais no exercício de seu trabalho, visando sempre a dignidade humana e a construção do bem-estar no contexto sociocultural onde exerce sua profissão. Todos os profissionais devem cumprir as normas impostas pelo Código de Ética Profissional da Engenharia Civil. OBJETIVO: Verificar as principais práticas que devem ser seguidas pelo engenheiro civil para a manutenção de uma conduta em frente ao cliente. METODOLOGIA: O trabalho foi desenvolvido por meio de revisão de literatura com consultas a sites, periódicos e livros que tratam da temática pesquisada. RESULTADO: A forma de atuação do Engenheiro é que irá definir se a obrigação é de meio ou de resultado. Quando exercem a atividade técnico-econômica da construção há responsabilidade de resultado. Isso significa dizer que quando se tratar de profissional liberal, a obrigação é de meio, e nela o engenheiro civil é obrigado a utilizar todos os seus esforços e conhecimentos para conseguir realizar seu objetivo [...].</p>
A11	<p><u>COSTA, Guilherme et al. O PROCESSO DE FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO. Revista Campo do Saber, v. 4, n. 3, 2018. Disponível em: https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/130.</u></p>



	<p>Na pré-história, a engenharia surgiu a partir da capacidade do ser humano de dar forma aos objetos, tendo em vista o emprego para determinados fins. Dessa forma, a engenharia buscou o desenvolvimento da consolidação do saber teórico com o prático, e isso tornou-se evidente em meados do século XVIII, no início da Revolução Industrial. Como a história da engenharia caminha de mãos dadas com a da humanidade, os princípios éticos e morais surgiram a partir dessa evolução. Contudo, tais conceitos são pouco seguidos pela sociedade atual. Sempre ouvimos falar sobre ética, moral, respeito e outros derivados. E mesmo sabendo o significado e também questionando ou reprimindo certas atitudes de outras pessoas, será mesmo que nós estamos cumprindo com o nosso código de ética? Para isso, precisamos falar um pouco sobre ética/moral e como ela é uma grande influência na área de trabalho. Moral é o conjunto de regras que orientam o comportamento do indivíduo dentro da sociedade. Já a ética, é o estudo e a reflexão sobre a moral, pressupondo da análise do próprio indivíduo se aquilo que ele está fazendo é certo ou errado[...].</p>
	<p>PACHECO, Gustavo Batista; DOS SANTOS, Gabriel Laranjeira; PEREIRA, Rondinely Geraldo. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A ENGENHARIA COMO IMPULSIONADORA DE PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO. Anais da Jornada Acadêmica das Engenharias. v. 1. n. 1. p. 91-91. 2020. Disponível em: https://periodicos.univale.br/index.php/jae/article/view/202.</p>
A12	<p>A Organização das Nações Unidas (ONU), apresentou por meio de uma conferência (no Rio de Janeiro, 2012), uma proposta composta titulada Agenda 2030, composta por 17 objetivos. Estes têm o papel de promover o tema desenvolvimento sustentável, que abrange as esferas ambientais, sociais, políticas e econômicas. A engenharia contribui muito dentro desta temática, pois ela tem o papel de projetar, construir e promover soluções para a sociedade. Objetivo: Objetiva-se com este estudo evidenciar a importância da engenharia na colaboração da OBS n°17 da ONU. Metodologia: O tema foi discutido com os alunos de engenharia civil da UNIVALE. Foram desenvolvidos vídeos de curta duração apresentando cada um dos objetivos da agenda. Pesquisa sobre o tema, a fim de aprimorar os conhecimentos e enriquecer o debate. Resultados: O OBS n° 17 trata sobre parcerias e meios de implementação [...].</p>

Fonte: Adaptado de periódicos CAPES, SciELO e Google Acadêmico (2022).

Embora ainda incipiente em alguns bancos de dados, o assunto ético, associada à Engenharia Civil, alcançou resultados significativos nos bancos de dados do Google Acadêmico, fato que corrobora para demonstrar, de um lado, o interesse pelo tema e, de outro, apontar a relevância das abordagens científicas nessa área.

Neste trabalho, os principais resultados obtidos dizem respeito, no campo da Ética e da Engenharia Civil, aos seguintes temas:



- A prática pedagógica relacionada com os princípios éticos e a Engenharia Civil (A1).
- Ética versus Engenharia Civil (A1 até o A12).
- As implicações civis e criminais decorrentes da (falta de) ética no contexto da Engenharia Civil (A3, A4, A10).
- Ética, Engenharia e Sustentabilidade (A9, A12).
- A construção humana/ética na Engenharia Civil (A5, A7, A8).
- A formação profissional do engenheiro e a importância da ética (A11).

CONCLUSÕES

No cerne de um mundo globalizado e que demanda posturas cada vez mais responsáveis, com o futuro da humanidade, ética é cada vez mais importante para os engenheiros, já que essa práxis ocorre diretamente com serviços, produtos e atividades elementares aos seres humanos (como é o caso de casas para moradias, estradas, hidrelétricas, pontes etc.).

Nesta pesquisa, apresentamos, por meio de uma revisão integrativa, um quantitativo de trabalhos que demonstram, de um lado a importância do tema para os engenheiros e, de outro, como a (falta de) ética no exercício dessa profissão afeta, em maior ou menor grau, a vida cada um e da coletividade.

Embora, em um dos bancos de dados (SciELO Brasil) a busca não tenha retornado nenhum resultado, nos demais bancos de dados foi possível observar que há um crescente interesse, por parte dos pesquisadores, em explorar mais aprofundadamente o assunto. Nos bancos de dados do Periódicos CAPES foi selecionado 8,33% do total de trabalhos selecionados. Já no Google Acadêmico, foram listados 91,66%. Cumpre destacar que nesta última plataforma a pesquisa retornou uma grande quantidade de trabalhos (inclusive pelo fato de contemplar



produções publicadas não apenas em periódicos científicos), e nossa análise se limitou aos 30 primeiros resultados.

Os principais resultados encontrados dizem respeito às relações éticas que devem ser estabelecidas na prática da engenharia que, por sua vez, funciona como ponto de partida para uma postura consciente, efetiva e responsável social e ambientalmente.

Por fim, cumpre destacar que, em virtude da limitação das buscas a três plataformas e restrita a estudos escritos em apenas um idioma (Português-BR), entendemos que o assunto pode e deve ser mais bem explorado, adotando-se outros meios de pesquisa. Para tanto, sugerimos que além de ampliar as buscas para outras plataformas, o pesquisador também pode adotar estudos em outros idiomas e selecionar um maior número de trabalhos para análise nas plataformas que eventualmente apresentarem uma grande quantidade de resultados.

REFERÊNCIAS

Código de Ética e Deontologia. a Lei n.º 2/2013. Lisboa, 2016. Ordem dos Engenheiros. Disponível em:

https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/regulamentos/codigo_ed.pdf.

Acesso em: 27 de agosto de 2022.

CHAGAS, DANIELLA CRISTINA; HERINGER, VICTOR HUGO PAGANI.
Responsabilidades do engenheiro civil. 2014.

COSTA, Guilherme et al. O processo de formação do engenheiro. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/130/107>.

Acesso em: 27 de agosto de 2022.

CRUZ, Cleane Araujo et al. A importância da conscientização na engenharia civil para preservação da natureza e sustentabilidade do planeta. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3, 2018. Disponível em:



<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/110/88>. Acesso em: 27 de agosto de 2022.

DA CRUZ MAGDALENA, Rafael Augusto Valentim. **Por uma educação humano-crítico-ética**: um estudo a partir do curso de graduação da Engenharia Civil da Universidade São Francisco. Paco e Littera, 2021

DE LIMA REDA, André Luiz; HERCULINO, Felipe Paolucci. Pesquisa de graduação construindo responsabilidade ética e valorização profissional: papel do engenheiro civil e legislação sobre projetos para uso do solo urbano. In: Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education. 2013.

DE MATOS, Cleino; ARAÚJO, DENISE CINTIA DA SILVA. **O desafio da ética na profissão da engenharia civil**. 2018.

DE MOURA, Eduardo Martins Vieira Pires. A importância do estudo da responsabilidade na formação do engenheiro civil.

KRUBNIKI, Monique; PEREIRA, Elias. A RESPONSABILIDADE CIVIL E CRIMINAL DO PROFISSIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa-PR, v.11, n. 4, p.192-199, dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/14207/209209212820>. Acesso em: 29 de Agosto de 2022.

LISBOA, Marijane. O princípio responsabilidade e a engenharia genética. **Cadernos Cajuína**, v. 2, n. 1, p. 166-176, 2017. Disponível em: <https://cadernoscajuina.pro.br/revistas/index.php/cadcajuina/article/view/128/78>. Acesso em: 28 ago. 2022.

MOREIRA, J. da S.; RIBEIRO, M. L. Conhecimentos profissionais mobilizados por professores engenheiros para gerir dilemas da prática pedagógica. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 124-141, 2017. DOI: 10.35699/2237-5864.2017.2252. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/2252/1414>. Acesso em: 28 ago. 2022.

NETTO, R. D.; KOLLN, E. B.; BARBOSA, P. H. M.; SILVA, M. A. DA; BRITO, R. F. Humanização e ética: desafios do mundo contemporâneo, contribuições da engenharia civil por meio da extensão universitária. **Pretextos** - Revista da



Graduação em Psicologia da PUC Minas, v. 4, n. 7, p. 388-407, 19 jul. 2019.

Disponível em:

<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pretextos/article/view/18673/15042>.

Acesso em: 28 ago. 2022.

NETTO, R. D.; KOLLN, E. B.; BARBOSA, P. H. M.; SILVA, M. A. DA; BRITO, R. F. Humanização e ética: desafios do mundo contemporâneo, contribuições da engenharia civil por meio da extensão universitária. **Pretextos - Revista da Graduação em Psicologia da PUC Minas**, v. 4, n. 7, p. 388-407, 19 jul. 2019.

Disponível em:

<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pretextos/article/view/18673/15042>.

Acesso em: 28 ago. 2022.

PACHECO, Gustavo Batista; DOS SANTOS, Gabriel Laranjeira; PEREIRA, Rondinely Geraldo. Objetivos de desenvolvimento sustentável: a engenharia como impulsionadora de parcerias e meios de implementação. **Anais da Jornada Acadêmica das Engenharias**, v. 1, n. 1, p. 91-91, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.univale.br/index.php/jae/article/view/202/182>. Acesso em: 28 ago. 2022.

PASMANIK VOLOCHINSKY, D., Rodríguez Araneda, MJ, Reyes Espejo, MI, & Tarride Fernández, M. (2016). Reconstrução do ethos da carreira de engenheiro civil industrial no Chile: uma abordagem preliminar. **Acta Bioethica**, 22 (2).

Recuperado de <https://actabioethica.uchile.cl/index.php/AB/article/view/43776>.

Acesso em: 28 ago. 2022.

PINHEIRO, Patrícia Neyva da Costa; MARQUES, Maria de Fátima Cardoso e BARROSO, Maria Grasiela Teixeira. Ética na formação profissional: uma reflexão. **Escola Anna Nery** [online]. 2006, v. 10, n. 1 [Acessado 29 Agosto 2022], pp. 116-120. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ean/a/637xtHJwKthsByk5Z56zYmy/?lang=pt>. 08 Dez 2009. ISSN 2177-9465. Acesso em: 28 ago. 2022.

SEGUNDO, Domiciano Vieira Gomes et al. A importância da ética e moral junto a profissão do engenheiro civil. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3, 2018. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/111/89>.

Acesso em: 28 ago. 2022.



SILVA, Anderson Alves da. **Perícia imobiliária: ética e atuação do engenheiro civil na análise judicial.** 2022. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24386/1/Anderson%20Alves%20da%20silva%20-%20TCC.pdf>. Acesso: 22 ago. 2022.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein** (São Paulo), São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, mar. 2010. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082010000100102&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 ago. 2022.

SOUZA, D. V. et al. Incêndio da boate kiss: análise da conduta ética dos engenheiros civis. **Revista JurisFIB**, v. 4, n. 4, p. 441–449, 2013. Disponível em:

<https://revistas.fibbauru.br/jurisfib/article/view/181>.

TIMOTEU, Fabrício Ferreira et al. Ética na engenharia em defesa da vida terrestre. **Anais da Jornada Acadêmica das Engenharias**, v. 1, n. 1, p. 29-29, 2020. Disponível em: <https://periodicos.univale.br/index.php/jae/article/view/71/67>. Acesso em: 28 ago. 2022.

VIDOTTI, L. F. ., VENTURINI, H. A. ., RIBEIRO, A. B. D. O. ., BRIGHENTE, C. B. ., & SOUZA, R. M. de . (2020). Responsabilidade do engenheiro civil frente ao cliente. **Anais do Fórum de Iniciação Científica Do Unifunec**, 10(10). Recuperado de <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4364>. Acesso em: 28 ago. 2022.

ZANON, João Paulo Magalhães; LAGE, Eduardo Gouveia Santiago; LIMA, Diogo Pedreira. Ética na engenharia civil. **Engineering Sciences**, v. 9, n. 1, p. 75-84, 2021. Disponível:

<https://sustenere.co/index.php/engineeringsciences/article/view/CBPC2318-3055.2021.001.0008/2663>. Acesso em: 28 ago. 2022.



O CASO DOS BAIROS PINHEIRO, MUTANGE E BEBEDOURO EM MACEIÓ/AL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

André Santos Nascimento¹
Lara Stefany de Oliveira Cruz²
Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

Recorrentes casos de acidentes de grandes proporções por conta da atividade mineradora têm ocorrido no Brasil. Assim, também se dá a problemática de recalque diferencial em pelo menos 3 bairros da cidade de Maceió, capital de Alagoas, o que provocou o deslocamento forçado de milhares de moradores maceioenses. O presente estudo visa realizar uma revisão bibliográfica acerca dessa problemática e apresentar o estado atual das ações tomadas em prol da população desabrigada. Verificou-se que as investigações não foram totalmente concluídas, há indícios de crescimento dos recalques diferenciais para outras áreas e descaso com parte da população atingida.

Palavras-chave: Recalque diferencial. Maceió. Revisão bibliográfica.

ABSTRACT

Recurring cases of major accidents due to mining activity have occurred in Brazil. Thus, there is also the problem of differential settlement in at least 3 neighborhoods of the city of Maceió, capital of Alagoas, which caused the forced displacement of thousands of Maceio residents. The present study aims to carry out a bibliographic review about this problem and present the current state of the actions taken in favor of the homeless population. It was found that the investigations were not fully completed, there are indications of growth of differential settlements to other areas and neglect with part of the affected population.

Keywords: Recalque diferencial. Maceió. Revisão bibliográfica.

INTRODUÇÃO

Um dos principais componentes de uma edificação é a sua estrutura, pois ela é responsável por estabilizar a construção, onde essa pode ser submetida a diversos

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, nascimento.andre@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, lara.cruz@discente.ufma.br

³ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



tipos de esforços, e esses são transferidos para as fundações. Além disso, a estrutura de uma edificação também pode sofrer patologias (MIANO *et al.*, 2021).

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013) o surgimento de um problema patológico em uma estrutura, está vinculado a diversos fatores, o que acaba criando anomalias na edificação. Saber desses fatores é de grande importância para determinar as medidas que devem ser tomadas na estrutura que apresentar alguma patologia.

O maior fator causador de patologias nas estruturas é o recalque diferencial. Para Milititski *et al.* (2015) o recalque é definido como um fenômeno que acontece quando a edificação passa por um rebaixamento em decorrência do adensamento do solo sob a sua fundação. Contudo vários fatores podem ser causadores do recalque diferencial, não apenas a fundação da estrutura de forma isolada, podem ser causados por fatores acidentais, como terremotos, deslizamentos e pela ação humana, como a mineração (MIANO *et al.*, 2021).

Dito isso, no ano de 2018, no bairro Pinheiros na capital do estado de Alagoas, depois da ocorrência de fortes chuvas, os moradores do bairro acionaram a Defesa Civil em decorrência da aparição de rachaduras, trincas e fissuras nas edificações e nas vias. De acordo com Santos *et al.* (2021), após as fortes chuvas, ocorreu um tremor de terra na região, sendo esse registrado em 2,5 de magnitude na escala Richter, fazendo com que todas as anomalias aumentassem, causando assim alvoroço entre os moradores que tiveram que abandonar suas casas.

No ano de 2019 foi divulgado a causa dessas anomalias pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que teve como resultado a subsidência do solo em decorrência da desestabilização dos terrenos, e o grande causador dessa desestabilização era a extração de sal-gema pela empresa petroquímica Braskem,



que opera no Estado de Alagoas desde o ano de 1976 (BRASIL, 2019).

Nesse sentido, o estudo em questão tem como objetivo manifestações patológicas encontradas nas vias e nas edificações presentes no bairro Pinheiro, Mutange e Bebedouro, a partir de revisão bibliográfica através de relatórios dos estudos realizados e informações veiculadas na mídia acerca dos problemas encontrados e estado status quo da situação de moradia da população dos bairros atingidos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mineração

Na corrida pelo capital, as companhias estão em constante busca por novas fontes de lucro e utilização dos bens naturais. Contieri (2021) afirma que a demanda e competição no mercado financeiro pressionam as empresas a buscarem projetos por vezes arriscados, que podem ou não colocar em risco as atividades da própria companhia ou mesmo da sociedade em seu entorno.

As ações de uma companhia, seja ela de pequeno ou grande porte, devem estar de acordo com as normas e necessidades do local de atuação, para que não provoquem acidentes futuros. Tais ações devem estar embasadas por estudos ambientais e socioeconômicos. Entretanto, nos últimos anos, diversos casos de negligência provocaram acidentes de grandes proporções, como é o caso do rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho, pela mineradora Vale, o fator cancerígeno do amianto explorado no estado de Goiás pela Eternit, e a considerada maior catástrofe geológica do mundo decorrente da exploração de sal-gema na capital Maceió pela empresa Braskem (CONTIERI, 2021).

A mineração é uma das maiores e mais antigas atividades produtivas exercidas pela humanidade. Segundo Enríquez (2007), é de se considerar que o



desenvolvimento de uma civilização depende consciente ou inconscientemente do modo como tais minerais são obtidos e utilizados, a ponto que a história da civilização humana é dividida entre diferentes marcos para as eras, como idade da pedra lascada (paleolítico), idade da pedra polida (neolítico) e idade dos metais. Entretanto, a mineração carrega consigo diversas controvérsias para a sociedade em seu entorno. Segundo Harvey (2011), o capitalismo traz em seu histórico uma série de consequências ambientais indesejadas e até mesmo irreversíveis. Deste modo, é necessário equacionar constantemente a busca desenfreada por capital com a preservação ambiental da natureza.

Maceió

A cidade de Maceió é a capital do estado de Alagoas, na região nordeste brasileira. Segundo o IBGE (2010), no último censo, a cidade possuía uma população superior a 900 mil pessoas e atualmente, estima-se que abrigue cerca de 1.032.000 pessoas. A capital está cercada pelo oceano atlântico a leste, sendo este um importante aspecto no contexto urbanístico do local.

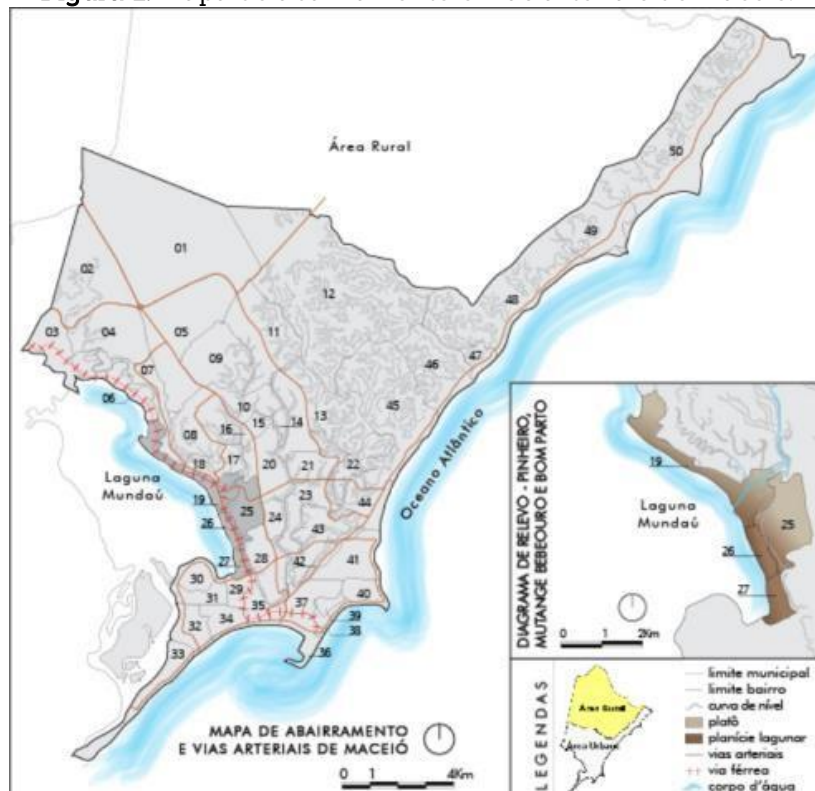
Com uma área de mais de 500 mil km² e dividida entre 50 bairros, a cidade é uma das principais fontes geradoras de renda do estado. Durante seu desenvolvimento, a cidade passou por vários aspectos econômicos e fontes produtivas. Durante a década de 40 foram realizadas diversas perfurações na região com o objetivo de se encontrar petróleo, fato este que não teve sucesso, entretanto, encontrou-se um leito de sal-gema, que começou a ser explorado a partir da década de 1960 (CONTIERI, 2021).

Atualmente, encontra-se a mineração de sal-gema, em alguns bairros da cidade, sendo fundado, no bairro de Pontal da Barra – uma área de mangue - em 1976 a Salgema Indústrias Químicas S.A. (atual Braskem). Nesta época, a empresa apoiada



pelo governo local, realizou diversas mudanças no cenário ao seu redor, como a incorporação de ilhas e aterros e a criação de um Dique-Estrada, no ano de 1982. Fato este que causou fatores como desvalorização dos espaços ao seu entorno. Há também, a implementação de postos de exploração em outros bairros da capital alagoana, concentrados nos bairros de Pinheiro, Mutange e Bebedouro indicados na Figura 1, onde apresenta esses bairros pelas numerações 25, 26 e 19 respectivamente.

Figura 1: Mapa de abairramento e vias arteriais de Maceió.



Fonte: Dos Santos (2020).

Os três bairros citados encontram-se em áreas de grande importância, tanto histórica, econômica e cultural da cidade. Segundo o relatório técnico fornecido pela sociedade civil e pela CRPM (2019), estima-se que nestes bairros residam aproximadamente 31.797 pessoas, representando cerca de 3,14% da população total maceioense.



Início da catástrofe

No ano de 2018, após intensos eventos de chuvas fortes na região e a notificação de um abalosísmico de magnitude 2.4 na escala Richter, em 03 de março, foi designado por meio dos ofícios n° 044/2018 – CEDEC-AL e n° 34/2018 – PJC/MPE/AL que o Serviço Geológico do Brasil-CPRM (SGB-CPRM) realizasse uma investigação sobre as possíveis causas dos danos causados em algumas residências e vias públicas no bairro de Pinheiro, como trincas e rachaduras. O relatório divulgado pela CPRM apontou como causa de tais danos a subsistência do solo em virtude da desestabilização do terreno sob os imóveis e vias, que, por sua vez, era decorrente da atividade mineradora de extração do sal-gema pela empresa petroquímica Braskem (BRASIL, 2019a).

Mineradora Braskem

No contexto do II Plano Nacional de Desenvolvimento durante o governo militar de Ernesto Geisel surge a Salgema Indústrias Químicas S.A, no ano de 1976, produzindo inicialmente soda cáustica a partir desta sal-gema (VIEIRA, 1977), retirado do subsolo de Maceió, especificamente do bairro Mutange. Segundo Da Silva Viegas (2021), no ano de 1995 o sal-gema já era responsável por 40% da produção de soda cáustica e cloro do país. O incentivo do governo para a implantação da indústria petroquímica surge do plano de desenvolvimento, sob a temática de aprimoramento da economia local atrelada a já existente indústria sucro- alcooleira.

Assim, a Braskem surge da década entre 1990 e 2000 por uma organização da Odebrecht, com o intuito de aglutinar os investimentos advindos de criação de empresas, compra de ativos em leilões e aquisições de empresas e, deste modo, em pouco tempo, a Braskem tornou-se na maior produtora integrada petroquímica na América Latina (HALLOT, 2007).



Entretanto, seja como Salgema Indústrias Químicas S.A ou como Braskem, a empresa sempre esteve envolvida em polêmicas acerca dos seus métodos de exploração mineral e foialvo de protestos por parte da população local.

A companhia possui ao todo 35 poços de perfuração em todo o estado do Alagoas, sendo todos operacionais e licenciados pela Agência Nacional de Mineração (ANM) e pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA). Pelo fato de que a camada de sal-gema se encontrar a uma profundidade acima de 1000 metros, é necessário realizar a extração por diluição, que consiste na alocação de dois tubos concêntricos, formando uma parede externa e interna até o local de extração, ocorre então a injeção de água pelo tubo interno que irá dissolver o sal e formar uma solução denominada salmoura, essa solução é então enviada para a planta por uma diferença de pressão no tubo externo (CONTIERI, 2021).

Este processo resulta em enormes minas subterrâneas, que devem ser fiscalizadas e normatizadas para garantir a segurança da localidade, evitando desmoronamentos, deslizamentos e recalques na superfície. A atuação da Braskem na capital alagoana é apontada como causador das patologias como trincas, rachaduras e afundamentos em pelo menos 3 bairros da cidade, segundo o relatório da CPRM (2019). Tais patologias acabaram por desabrigar milhares de moradores de suas residências, tanto por devido as próprias inseguranças do local, com riscos de desabamentos, sendo muitas vezes interditados pelo governo e fiscalização, quanto por perda da economia local, forçando moradores a mudarem seus lares em busca de melhores condições financeiras em outros bairros da cidade.

O relatório da CPRM afirma ainda que o processo de extração do sal-gema está diretamente atrelado a ativação das estruturas tectônicas dispostas abaixo das áreas de risco, o que pode desencadear o processo de afundamento do solo por



provocar pequenos tremores e deslocamentos do solo nos espaços vazios das minas.

Figura 2: Aspecto do mapa de integração dos processos de instabilidade do terreno.



Fonte: CPRM (2019)

Nesse contexto, em maio de 2019, após a divulgação do relatório da CPRM, as atividades exercidas pela mineradora foram paralisadas, ano também em que cerca de 500 residências foram desocupadas preventivamente. Com isto, em janeiro de 2020, em uma parceria entre Defensoria Pública do Estado do Alagoas, Ministério Público Federal, Ministério Público do Estado de Alagoas, Defensoria Pública da União e a empresa Braskem, foi assinado um Termo de Acordo para Apoio na Desocupação das Áreas de Risco. Tal acordo, considerado como o maior já realizado no país na prevenção de desastres maiores e de vidas, estabelece critérios para a desocupação e indenização da população nos bairros atingidos. A mineradora Braskem afirma que foram constatados 14.394 imóveis em situação de risco, dos quais, 13.641 já estavam desocupados até o mês de junho de 2021. A empresa afirma que quase 70% das propostas de indenização foram aceitas até a mesma data (BRASKEM. 2021).



Figura 3: Zonas de monitoramento e áreas desocupadas.



Fonte: Braskem (2021).

Contieri (2021) afirma que a empresa Braskem, até o final de 2020, já havia desocupado 100% da área considerada prioritária, realocando aproximadamente 9.200 famílias. A companhia, para cumprir seus contratos, e, considerando que as atividades de mineração estavam suspensas, decidiu instalar um sistema provisório de operação, importando soda cáustica, dicloroetano e sal marinho. Segundo o portal financeiro Infomoney (2021), a empresa teve um lucro líquido no primeiro trimestre de 2021 de aproximadamente R\$ 7,4 bilhões, em contrapartida, a companhia realizou indenizações no valor de R\$ 1,2 bilhão até o mesmo período.

METODOLOGIA

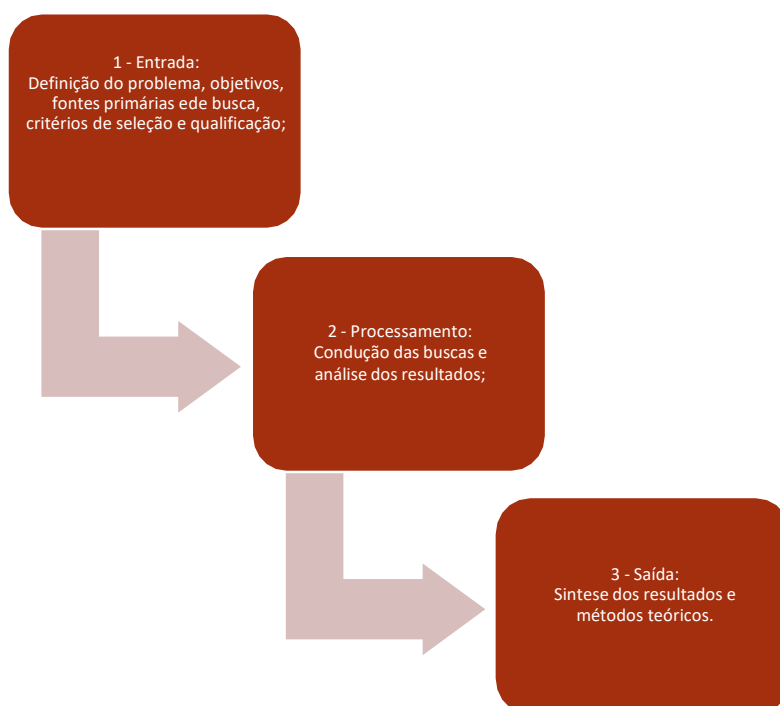
A presente pesquisa é descrita como tendo caráter exploratório, baseada na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), trata-se de um instrumento que permite mapear trabalhos já publicados em bases de pesquisas, seguindo o tema específico, para que o autor de um futuro trabalho científico seja capaz de elaborar uma síntese



sobre o tema abordado (BIOLCHINI *et al.*, 2007)

Neste trabalho, o método de pesquisa baseia-se no roteiro proposto por Conforto *et al.* (2011). A pesquisa seguiu o modelo de etapas proposto pelo mesmo autor, no intuito de uma melhor investigação acerca do grande número de dados do caso da subsidência nos bairros de Maceió/AL.

Figura 4: Modelo para condução de revisão bibliográfica.



Fonte: Adaptado de Conforto *et al.* (2011).

A pesquisa foi conduzida inicialmente pelo critério de busca de artigos nos Periódicos Capes, *Science Direct* e *Acadêmico*. Utilizando palavras chaves que definiram o problema em questão (subsidência nos bairros de Maceió/AL pela mineradora Braskem) foram encontrados artigos nas bases mencionadas e partiu-se então para a seleção dos artigos para o tema a partir dos filtros mencionados na Tabela 1.



Tabela 1: Resultados de buscas nas Bases de Dados.

Especificações	Base de Dados			Total
	Periódico Capes	Science Direct	Acadêmico	
Palavras-chave				
Braskem	1816	699	15200	17715
Braskem e extração de sal-gema	0	0	71	71
Total de artigos encontrados (sem filtro)	1816	699	15271	17786
1° Filtro – (Leitura do título e palavras-chave)	93	87	34	71
2° Filtro – (Exclusão das duplicidades)	18	12	21	51
3° Filtro – (Leitura do resumo e introdução)	6	3	12	21
Filtros				
4° Filtro – (Leitura completa)	3	3	6	15
Total de pesquisas relevantes	3	3	6	12

Fonte: Própria (2022).

Foram pesquisados somente títulos em português, o que reduz a gama de busca pelo tema. Como o número de resultados encontrados para a palavra-chave “Braskem” na base Acadêmico foi demasiada alta, optou-se por utilizar somente os resultados para uma nova palavra-chave mais específica, como é o caso da palavra-chave “Braskem e extração de sal-gema”, retornando 71 resultados para o tema especificado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Busca de dados

Durante a seleção dos artigos de acordo com o tema, percebe-se que há uma grande quantidade de pesquisas voltadas para a mineradora Braskem, entretanto, a maior parte dos títulos envolve assuntos como administração e ações de sustentabilidade tomadas pela empresa, o que é normal, visto que o tema da subsidiária nos bairros de Maceió ganhou maior holofotes a partir de 2018,

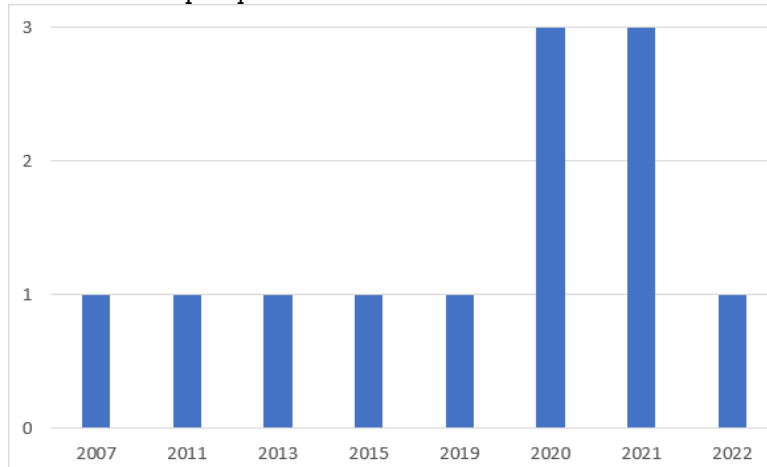


enquanto que, a mineradora possui grande história de participação em práticas de sustentabilidade e, também, é de estudo por sua gestão administrativa nas devidas áreas.

Considerando os 15 títulos relevantes para a pesquisa sobre este tema, retirando informações duplicadas e demais filtros, verifica-se que há uma maior parte dos títulos aderentes ao periódico Acadêmico, pela facilidade de busca dele.

A maior parte dos artigos encontrados, foram publicados a partir do ano de 2019, o que faz sentido considerando que os relatos das patologias encontradas na cidade partiram do episódio de chuvas fortes no ano de 2018, o que despertou atenção dos pesquisadores para investigar as possíveis causas de tais manifestações patológicas.

Figura 5: Ocorrência das pesquisas selecionadas de acordo com o ano de publicação.



Fonte: Própria (2022).

Os trabalhos abordam diferentes temas sobre as ações da mineradora Braskem na cidade de Maceió, sendo eles divididos em três grupos: planejamento e sustentabilidade; manifestações patológicas em decorrência da subsidência; e impactos sociais para a população atingida.



Os artigos que se baseiam no tema planejamento e sustentabilidade evidenciam as ações tomadas pela mineradora ao longo de toda sua cadeia produtiva, envolvendo fatos e analogias a outras situações parecidas ocorridas no Brasil e no mundo. Estes artigos buscam analisar se, de fato, houve negligência por parte da Braskem que acarretou, por fim, no afundamento do solo da capital alagoana, possuindo um caráter exploratório de referências bibliográficas.

Para os temas voltados as manifestações patológicas, é evidenciado que os autores deste artigo possuem um caráter mais científico, buscando analisar as causas e efeitos do afundamento do solo (recalques) nos bairros de Pinheiro, Mutange e Bebedouro, sendo estes os mais afetados.

Por fim, há aqueles que procuram retratar as condições sociais vividas pela comunidade atingida pela subsidência nos bairros referidos. Como Viegas e Santos (2021) que se referem a essa parcela da população como “refugiados ambientais”. Tais artigos propõem uma análise crítica dos impactos sociais e econômicos gerados por catástrofes ambientais de grandes proporções na vida da população atingida.

Status quo da catástrofe

A investigação realizada pela CPRM aponta as ações de mineração exercidas pela Braskem como causadora do recalque sofrido pelo solo de alguns bairros de Maceió. Diante das patologias em larga escala, a Prefeitura de Maceió declarou estado de calamidade pública em 2019 e solicitou o apoio do Governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

A extração de sal-gema exercida pela Braskem, segundo Viegas e Santos



(2021), resultou na formação de enormes dolinas subterrâneas, e, somadas a área de fraturas geológicas, provocaram o afundamento de pelo menos 3 bairros da capital alagoana. Além disso, existe a suspeita de que essas dolinas não obedecem ao tamanho técnico seguro, que varia de 55 a 60 metros, segundo Galindo (2022) há indícios de que as minas tenham diâmetros que chegam a 150 metros e que a distância mínima entre uma e outra também não foi respeitada. Caso tais minas virem a colapsar, resultaria em uma tragédia sem precedentes.

De acordo com Viegas e Santos (2021), a subsidência da área atingida provocou o deslocamento compulsório de mais de 40 mil moradores, trazendo perdas significativas a região, sem considerar ainda as perdas econômicas dos comércios e empresas que fecharam suas portas, aumentando o desemprego e diminuindo a renda local e para o município.

Descrever os dados obtidos e os principais resultados, relacionando-os às hipóteses de pesquisa. Interpretar os resultados e discutir com a literatura, tendo como base a fundamentação teórica.

CONCLUSÕES

Sendo considerada a maior subsidência por ações de mineração, a situação de calamidade vivida por uma considerável parcela de moradores da capital alagoana é explicitamente provocada pela petroquímica Braskem. Afirma-se que ainda há de se considerar o agravamento da situação, podendo ser expandida a área de atuação dos recalques que já ocorrem nos bairros de Pinheiro, Mutange e Bebedouro, visto que até o presente momento, nenhuma ação de correção do solo explorado foi tomada pela empresa mineradora. Destaca-se ainda que as ações tomadas pela Braskem ainda estão sendo avaliadas e investigadas, para que possa ser autuada.



A Braskem tem tomado ações para remanejar e reembolsar os moradores das regiões atingidas, mesmo que parte desses moradores se mostrem insatisfeitos com tais ações ou valores recebidos. Também, as ações de monitoramento das demais áreas que foram atingidas ou se encontram próximas aos demais poços de mineração foram intensificadas, com o intuito de prever e remediar maiores danos aos moradores e a cidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL, I. B. G. E. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. **Censo demográfico**, v. 2010, p. 11, 2010.

CONTIERI, V. C. **Elaboração de projetos da indústria petroquímica: análise econômica e ambiental do desastre geológico em Maceió e atividade da planta de cloro-soda da Braskem**, 2021.

CPRM. (2020). **Monitoramento da Instabilidade do Terreno**; Pinheiro, Bairros; Mutange, Bebedouro e Bom Parto. Informativo técnico nO 01/2020.

DA SILVA VIEGAS, M. E. F.; SANTOS, C. J. S. **Cidade, Capitalismo e Sofrimento**. Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana, v. 3, p. 61-66, 2021.

DE ALMEIDA BIOLCHINI, J. C. et al. **Scientific research ontology to support systematic review in software engineering**. Advanced Engineering Informatics, v. 21, n. 2, p. 133-151, 2007.

DE MELO TEIXEIRA, A. F. et al. **A lógica do discurso ambientalista empresarial: da extração de sal-gema aos impactos no ambiente urbano**, 2020.

DOS SANTOS, C. G. et al. **Solo em subsidência em bairros de Maceió-AL: emergências impostas aos agentes produtores do espaço urbano**. Revista Ímpeto, n. 10, 2020.

ENRÍQUEZ, M. A. R. da S. **Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**, 2007.



HALLOT, F. A. M. **Consolidação do setor petroquímico brasileiro avaliando a Braskem.** Orientador: João Manoel Pinho de Mello. 2007. 83 p. Monografia de Final de Curso (Graduação em Economia) - Departamento de Economia, Rio de Janeiro, 2007.

HARVEY, D. **O Enigma do Capital e as crises do capitalismo.** Editora Bizâncio. Lisboa, 2011.

MIANO, A.; MELE, A.; PROTA, A. **Fragility curves for different classes of existing RC buildings underground differential settlements.** Engineering Structures, v. 257, p. 114077, 2022.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações.** 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, C. G.; et al. **A necessidade de evacuação de bairros em Maceió-AL e os impactos urbanos socioespaciais: novos desafios para o planejamento urbano na cidade.** 9º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (Pluris 2021 Digital). Pequenas cidades, grandes desafios, múltiplas oportunidades, 2021.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL):** Relatório síntese dos resultados n° 1. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019.



ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA E PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUENCIAM NA OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NA CIDADE DE BALSAS/MA (BR-230)

Thais Maria Morais Pontes¹
Luana Lourenço de Araújo²
Moisés de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

Lesões acidentais de colisões entre veículos são uma das causas mais recorrentes de vítimas fatais no trânsito. Além de existir diversos indicativos de causas e tipos de acidentes, pode-se dizer que boa parte está diretamente associada ao comportamento do condutor. Este trabalho consiste no estudo e interpretação de dados referentes ao ano de 2021, acerca do número de acidentes ocorridos em Balsas/MA na BR-230 e sobre os fatores que contribuíram para tal circunstância. A metodologia contempla um levantamento das estatísticas das causas mais recorrentes de acidentes no município segundo o site da Polícia Rodoviária Federal, sendo demonstrado graficamente o quantitativo de vítimas que sofreram acidentes, e assim analisado e debatido as influências desses motivos. Como resultado, o trabalho indicou que as consequências mais comuns que contribuem para episódios graves de trânsito são: condução desatenta, desrespeitar a preferência ao cruzamento, ingestão de álcool, desobediência às normas de trânsito, e, por fim, transitar na contramão. Em que a maior ocorrência está associada a falta de atenção à condução, podendo se estabelecer uma relação direta com as atitudes do motorista.

Palavras-chave: Acidentes, vítimas, trânsito

ABSTRACT

Accidental injuries from collisions between vehicles are one of the most recurrent causes of fatalities in traffic. In addition to the existence of several indications of causes and types of accidents, it can be said that a good part is directly associated with the behavior of the driver. This work consists of the study and interpretation of data referring to the year 2021, about the number of accidents that occurred in Balsas/MA on the BR-230 and about the factors that contributed to this circumstance. The methodology includes a survey of the statistics of the most

¹ Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, thais.pontes@discente.ufma.br

² Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão, luana.lourenco@discente.ufma.br

³ Professor Mestre, Universidade Federal do Maranhão, moises.asj@ufma.br



recurrent causes of accidents in the municipality according to the Federal Highway Police website, graphically demonstrating the number of victims who suffered accidents, and thus analyzing and discussing the influences of these reasons. As a result, the work indicated that the most common consequences that contribute to serious traffic episodes are inattentive driving, disrespecting the intersection preference, drinking alcohol, disobeying traffic rules, and, finally, driving in the opposite direction. In which the highest occurrence is associated with lack of attention while driving, and a direct relationship with the driver's attitudes can be established.

Keywords: Accidents, victims, traffic.

INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da Engenharia de tráfego é a segurança viária, alinhada com o desenvolvimento econômico e social de uma região faz-se necessário a adoção de medidas que possam assegurar um trânsito mais seguro e suportável. Partindo desse ponto, ações de planejamento, manutenção e infraestrutura de transportes e rodovias são uma alternativa para aperfeiçoar o tráfego dos usuários das vias (CARMO, 2019).

Os indicadores de acidentes de trânsito no Brasil crescem exponencialmente a cada ano. Tais acontecimentos estão diretamente relacionados ao aumento no fluxo de veículos nas estradas e rodovias e, principalmente, pelo fator humano, que está ligado aos aspectos de risco tanto físicos, quanto sociais e psicológicos dos condutores (ZANON *et al.*, 2020).

A sinalização viária, por sua vez, pode ser um agente determinante para a ocorrência de acidentes de trânsito nas rodovias federais, pois a sua existência transcorre da indicação ao condutor dos veículos das diversas condições que se apresentam, seja para advertir os motoristas ou regulamentar certas normas de circulação, ou mesmo para orientação de trajeto contendo algum elemento educativo (RUFINO, 2017). Considerando os aspectos gerais de sinalização, as regras devem ser consideradas e as disposições legais que regulamentam seu uso



ao longo das rodovias servem para que se alcance o objetivo pretendido. Os sinais viários proporcionam instruções e são importantes, pois tem função de alertar os condutores de veículos sobre a presença de pessoas que poderão interagir no uso da via, seja atravessando ou até mesmo, posicionando-se em um lugar lotado em um ponto de ônibus. Os condutores devem considerar essas condições de modo a superar os riscos (RUFINO, 2017).

Partindo de tais princípios faz-se necessário citar que a frota de veículos aumentou gradativamente nos últimos anos de acordo com os dados apresentados pelo Ministério de Infraestrutura (2022). Para constatação, estima-se que na cidade de Balsas, em 2019, circulavam ativamente cerca de 57 644 veículos, já no ano de 2020 esse número era de 60 865, em 2021, 64 552 veículos, o valor superou o número de 69 mil transportes ativos em 2022. Logo, a partir destes dados, observa-se que a frota de veículos cresceu e conseqüentemente o número de ocorrências de acidentes de trânsito nas vias também aumentou. De acordo com dados da Polícia Rodoviária Federal, em 2019 foram registrados 44 acidentes de trânsito na BR-230, a mesma pesquisa feita em 2021, catalogou 49 acidentes no mesmo trajeto, um aumento de pouco mais de 10%, um valor próximo do aumento do quantitativo de veículos que nesse mesmo intervalo de tempo, sofreu um crescimento de aproximadamente 8,5%.

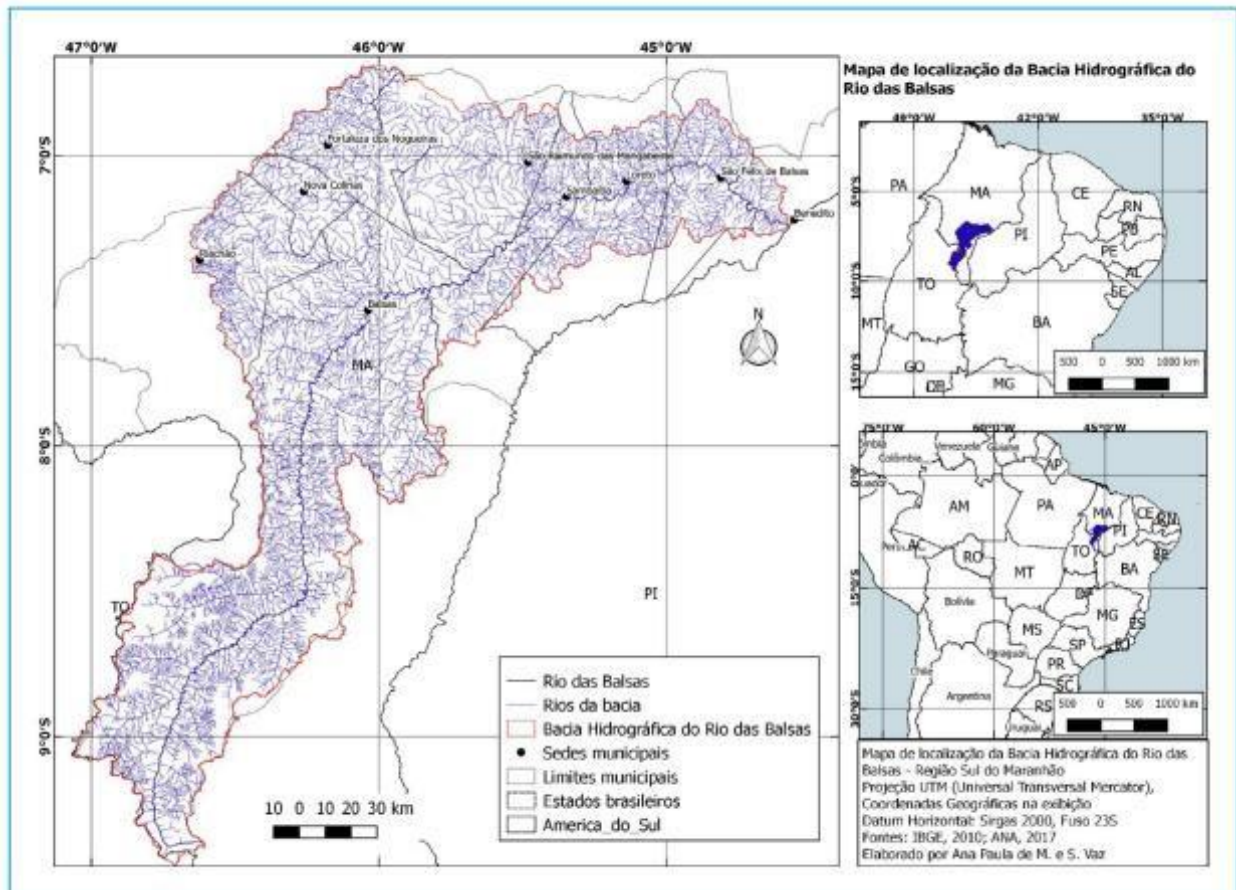
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aspectos do Tráfego que Influenciam Acidentes nas Vias Públicas

A cidade de Balsas é considerada uma grande fonte de recursos pela extração vegetal, a pecuária, lavouras, trabalho informal e agricultura mecanizada. Vale destacar que a cidade do presente estudo é a terceira maior do estado do Maranhão em território urbanizado. Com isso, tem-se que por se tratar de uma cidade com grandes índices de desenvolvimento, possui uma frota de veículos considerada e

que é proporcional ao progresso da área. A figura mostra a localização geográfica do município de Balsas em relação ao estado do Maranhão.

Figura 1: Mapa de localização do município de Balsas no estado do Maranhão.



Fonte: Vaz et al. (2021).

Vasconcellos (2006) ressalta que alguns precedentes negativos estão interligados com o crescimento da frota. Esses fatores são: crescimento dos congestionamentos, maiores ocorrências e registros de acidentes de trânsito, além da diminuição de qualidade e segurança de vida da população.

De acordo com Salles (2015), as estatísticas do ano de 2010 demonstraram que nas avenidas federais ocorreram cerca de 78 mortes por mil acidentes no período da noite. Já no período diurno ocorreu aproximadamente 21 mortes por



mil acidentes. Para fins de estudos técnicos, é importante melhorar as condições de segurança rodoviária, principalmente no período da noite.

Juntamente com o aumento de veículos nas vias públicas das comunidades, tem-se um importante problema social, os acidentes de trânsito. Nos países desenvolvidos, observa-se um esforço para controlar o trânsito e evitar acidentes. No Brasil, por exemplo, tem-se ocorrências de acidentes de trânsito com bastante frequência, uma vez, que transitar nas vias com imprudência pode tornar o meio um dos mais perigosos. (MARÍN; QUEIROZ, 2000).

Do ponto de vista de análise em saúde coletiva, observa-se que a causa desses acidentes pode ser considerada, como 100% prevenível. Os acidentes de trânsito não ocorrem “por acaso”, no entanto, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como problemas na infraestrutura das vias, problemas mecânicos e elétricos nos veículos e, principalmente, das falhas e ignorância humana (BARROS, 2003).

A relação entre álcool e condução de veículos pode resultar em vítimas fatais, uma vez que é considerado inaceitável conduzir após ingerir bebidas. De acordo com BACCHIERI (2011):

Entre 2005 e 2009, estudos que relacionaram uso de álcool e vítimas fatais no Estado de São Paulo, Distrito Federal e Porto Alegre encontraram alcoolemia positiva em 45%, 43% e 32% dos casos, respectivamente. 30, 49, entre vítimas não fatais atendidas em centros de atenção ao trauma e emergências de São Paulo e Uberlândia (MG), a prevalência de ingestão de álcool foi, respectivamente, 24% e 29%. Cerca de 17% das vítimas de acidentes de trânsito atendidas em serviços de emergência de cidades cobertas pelo Sistema de Vigilância de Violências e Acidentes em Serviços Sentinela apresentavam suspeita de uso de álcool.

Nos dados da PRF (2021), podemos comprovar que no ano de 2019, foram registrados pelo menos 2 acidentes com vítimas devido as condições da via de



passagem. Para além disso, problemas como pista escorregadia, animais na pista, trânsito em calçadas e falta de elementos de contenção, foram fatores que também vitimaram pessoas que estavam trafegando, tais causas se estendem pelos anos de 2020, 2021 e até meados de abril de 2022.

Medidas de Segurança de Trânsito

Com o objetivo de diminuir e evitar as ocorrências referentes a acidentes de trânsito, bem como reduzir o grau de letalidade e consequências, devem ser empregadas algumas medidas que visem a segurança no tráfego. Podemos classificá-las em medidas de engenharia, de educação e de fiscalização, tendo caráter ativo, ou seja, com o intuito de evitar o acidente, ou caráter passivo, onde se busca reduzir as consequências do ocorrido. (BOTTESINI, 2010).

O Quadro 1 resume as medidas de segurança no trânsito segundo as três classificações mencionadas acima.

Para Ferraz *et al.* (2012), a segurança no trânsito está estreitamente relacionada com o nível de desenvolvimento dos países, logo, países com alto poder aquisitivo tendem a apresentar taxas de mortalidade por veículos menores do que países subdesenvolvidos ou emergentes.

Associado as técnicas e aos fatores que buscam reduzir a desorganização e imprudência no trânsito a adoção de programas eficientes voltados para a educação no trânsito é de extrema importância para a sociedade, o que implicaria em um novo conceito de cidadania, sendo assim indispensável (MARÍN; QUEIROZ, 2000).

Segundo Alves *et al.* (2021), a desordem no trânsito brasileiro é realidade de muitas cidades, o que caracteriza a existência do número elevado nas taxas de acidente, que são causados pela negligência e imprudência dos condutores. Tal problemática é visível nos dados coletados pela PRF (2021), visto que dos 49



acidentes registrados no município de Balsas, 46 ocorreram em razão de atitudes do condutor.

Quadro 1: Classificação de meios alternativos de segurança nas vias.

Medida de Segurança	Classificação		
	3Es	Fase de acidente	Efeito na mobilidade
Pavimentação da via	Engenharia	Ativo	Aumento
Defensas(guard-rails)	Engenharia	Passiva	Sem efeito
Cinto de segurança	Engenharia	Passiva	Sem efeito
Controle de velocidade	Fiscalização	Ativa	Redução
Habilitação de motoristas	Educação	Ativa	Redução
Mobiliário urbano adequado	Engenharia	Passiva	Sem efeito
Freios ABS	Engenharia	Ativa	Aumento
Serviços de emergências	-	Passiva	Sem efeito
Educação contra o uso de álcool	Educação	Ativa	Sem efeito
Multas de trânsito	Fiscalização	Ativa	Redução

Fonte: Adaptado de Bottesini (2010).

Partindo desse entendimento, Ferraz *et al.* (2012) afirmam que é possível atribuir alguns indicadores determinantes para a segurança viária, como: a existência de uma cultura firmada e empenhada na segurança do trânsito, leis e punições severas ou condizentes com as infrações cometidas, conhecimento abrangente sobre a legislação e regras de tráfego por parte da sociedade, acesso a informações e investimento na área.

A fim de informar à sociedade, é de responsabilidade dos órgãos públicos a segurança no trânsito e das pessoas que o compõem, com o intuito de reduzir os acidentes e poupar custos e vidas é necessário, em caráter de urgência, aplicar a legislação vigente no Código Brasileiro de Trânsito, penalizando quem



descumprir as leis e para além disso, é preciso investir em engenharia de tráfego e melhorar a locomoção de veículos e pessoas nas vias, tornando o trânsito um lugar seguro o suficiente para que todos possam trafegar.

Sinalização Trânsito

São projetados para direcionar o tráfego como meio de controle e proteção dos condutores das vias. Um dos motivos de acidentes de trânsito está diretamente relacionado a sinalização e só podem ser reduzidos, após ser feito um estudo para saber quais são suas causas, com a boa aplicação da sinalização horizontal e vertical nas vias e com o seu redirecionamento para diminuir seu fluxo exagerado em alguns pontos críticos (PIRES; SILVA, 2017).

A sinalização pode evitar acidentes, sendo importante, tanto para os pedestres, como também para os motoristas que demonstram maior atenção para o local correto da travessia. A sinalização das ruas é relevante na orientação e segurança dos usuários das vias, à medida que a velocidade dos meios de locomoção aumenta se torna cada vez mais essencial o uso, seja ela vertical ou horizontal (PIRES; SILVA, 2017).

METODOLOGIA

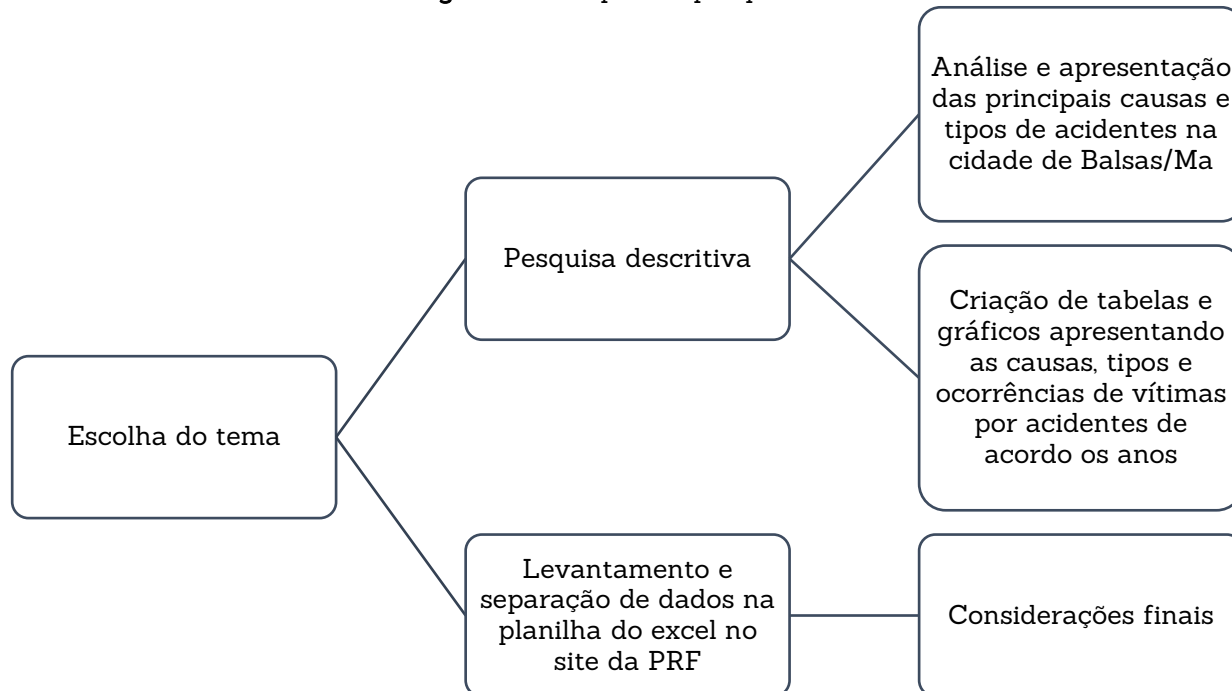
Foram coletados dados no site da Polícia Rodoviária Federal (PRF) relacionados aos acidentes na cidade de Balsas/MA, tais dados estão agrupados por causas e tipos de acidentes em uma planilha do Excel que tem como parâmetro os anos. Esta planilha foi baixada para o levantamento dos indicativos das informações necessárias para a interpretação e análise dos dados, levando-se em consideração os anos de 2019, 2020, 2021 e 2022(até abril). A pesquisa possui caráter descritivo, ademais foram debatidas as informações das causas de acidentes recorrentes nos anos mencionados anteriormente.



Os indicadores foram separados na planilha do Excel entre os mais comuns e frequentes na cidade de Balsas de acordo com a comutação dos anos de 2019 até 2022, sendo organizados em uma tabela de principais causas e tipos de acidentes. Por meio das informações, é possível apresentar gráficos que representam detalhadamente os quantitativos da ocorrência de vítimas pelas diversas causas de acidentes.

A pesquisa foi feita por meio de três etapas. Na primeira ocorreu a coleta de dados, realizada na planilha do Excel encontrada no site da PRF conforme os anos de análise, com o intuito de verificar as principais causas de acidentes e consequentemente os tipos de acidentes. Na segunda etapa, foi feita uma representação gráfica dos dados das ocorrências de vítimas afetadas pelos acidentes na cidade de Balsas/MA de modo a se fazer uma comparação entre os indicadores de cada ano. Diante disso, o fluxograma abaixo mostra como foram feitas as principais etapas desta pesquisa.

Fluxograma 1: Etapas da pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2022).



RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o levantamento dos dados no site da Polícia Rodoviária Federal (PRF), para o ano de 2019 na cidade de Balsas/MA tem-se a relação das principais causas e tipos de acidentes conforme apresentado na Quadro 2.

Segundo estatísticas, a maior ocorrência de causas de acidentes está relacionada a falta de atenção à condução. Na tabela acima é apresentado somente as principais causas que ocorreram no ano de 2019, a falta de atenção é o fator principal das causas de acidentes.

Do ponto de vista de Barros (2003), tem-se que essas causas de acidentes podem ser prevenidas e que não acontecem por acaso, ou seja, existem fatores internos e externos, sendo os externos por deficiências das vias e dos veículos. Para o caso dos internos, está diretamente associado a ignorância humana, o que justifica a principal causa de acidente no ano de 2019 que é a falta de atenção à condução. Em decorrência dos acidentes, tem-se também a situação das vítimas, como mostra o Gráfico 1.

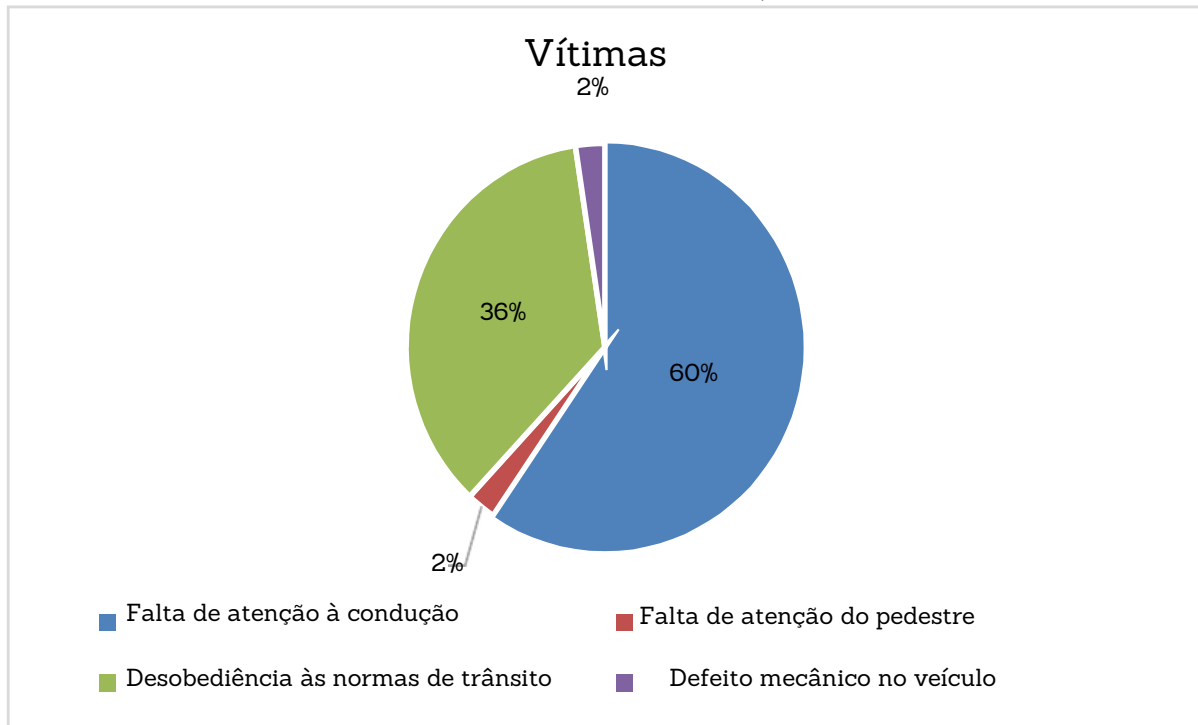
Quadro 2: Principais causas e tipos de acidentes.

Causas de acidentes	Tipos de acidentes
Falta de atenção à condução	Queda do ocupante do veículo
Falta de atenção do pedestre	Queda do ocupante do veículo
Falta de atenção à condução	Colisão Frontal
Desobediência do condutor as regras de trânsito	Colisão Lateral
Defeito Mecânico no Veículo	Incêndio

Fonte: Autoria própria (2022).



Gráfico 1: Ocorrência de Vítimas (PRF, 2019).



Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo o Gráfico 1, observa-se que o maior número de vítimas em acidentes está ligado a falta de atenção à condução, por exemplo, por uso de celular ou mexer no rádio e a desobediência às normas de trânsito, sendo esses fatores os pioneiros de ocorrências. Um aspecto relevante desta condição a desobediência é que pode estar relacionado a sinalização de trânsito, sendo ela uma norma usada para evitar e combater os acidentes. Pires e Silva (2017), destacam que os acidentes só podem ser reduzidos mediante um estudo para saber as principais causas e com isso fazer aplicação de sinalização, de modo a intervir no fluxo exagerado em pontos críticos. As informações do ano de 2020 levando-se em consideração os mesmos fatores citados acima, como causas e tipos de acidentes estão representados a seguir na Quadro 3.



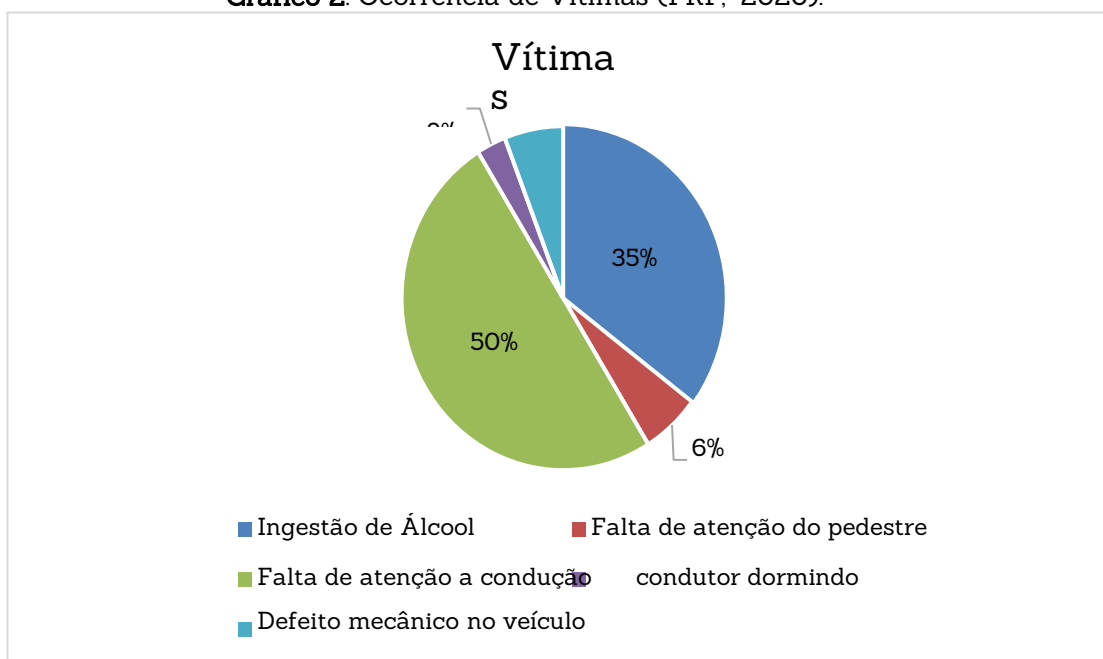
Quadro 3: Principais causas e tipos de acidentes.

Causas de acidentes	Tipos de acidentes
Ingestão de Álcool	Colisão lateral
Falta de atenção do pedestre	Atropelamento de pedestre
Falta de atenção à condução	Colisão lateral
Condutor dormindo	Colisão com objeto estático
Defeito Mecânico no Veículo	Incêndio

Fonte: Autoria própria (2022).

Neste caso (Gráfico 2), tem-se que as causas de acidentes estão associadas a principalmente ingestão de álcool e a condução desatenta. De acordo com Bacchieri (2011), a relação entre álcool e acidentes de trânsito é uma das principais causas de mortalidade humana. Essa teoria confere com os dados representados acima, pois alerta que os maiores indicativos de ocorrências de vítimas estão ligados a falta de atenção do condutor que consequentemente pode estar associada a ingestão de álcool por ele. Conforme levantamento dos dados para o ano de 2021, tem-se, no Quadro 4, que:

Gráfico 2: Ocorrência de Vítimas (PRF, 2020).



Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 4: Principais causas e tipos de acidentes.

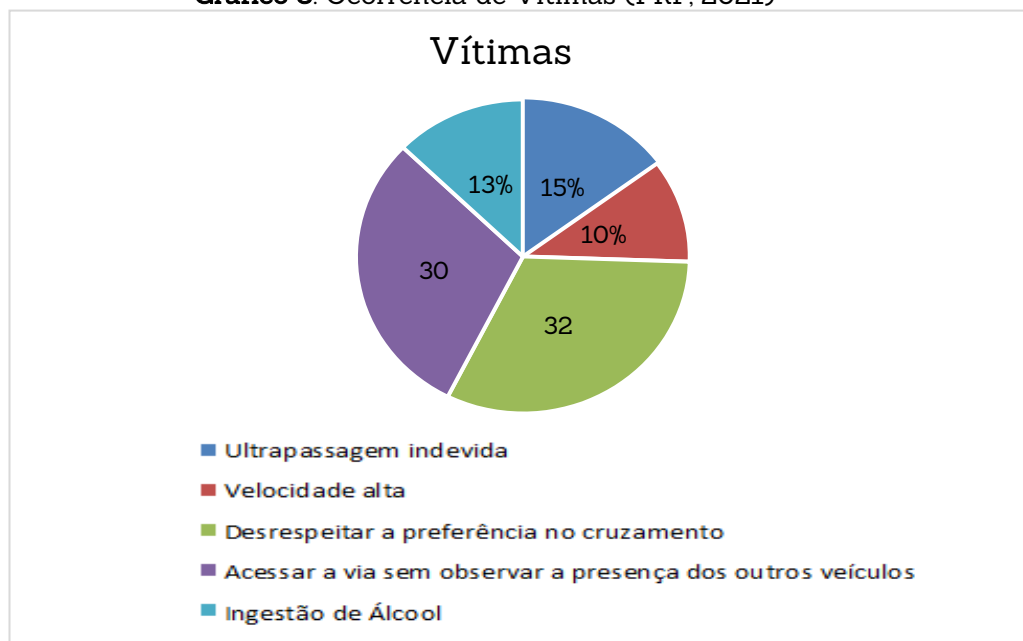


Causas de acidentes	Tipos de acidentes
Ultrapassagem indevida	Colisão lateral
Velocidade alta	Queda
Desrespeitar a preferência no cruzamento	Colisão transversal
Acessar a via sem observar a presença dos outros veículos	Colisão transversal
Ingestão de Álcool	Colisão lateral

Fonte: Autoria própria (2022).

Estes aspectos podem ser classificados como ignorância humana, por se tratar de infrações no tráfego, colocando em risco não só a vida do condutor responsável pela infração, como também dos demais que compartilham da via, como se observa no Gráfico 3. Ferraz et al. (2012), destaca que é possível estabelecer fatores determinantes que visem a segurança viária, como, por exemplo, existência de uma cultura sólida empenhada na segurança do trânsito, leis e punições severas para os casos de infrações cometidas, além de regras de tráfego. Por fim, em relação ao ano de 2022 até abril, tem-se o demonstrado no Quadro 5.

Gráfico 3: Ocorrência de Vítimas (PRF, 2021)



Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 5: Principais causas e tipos de acidentes.

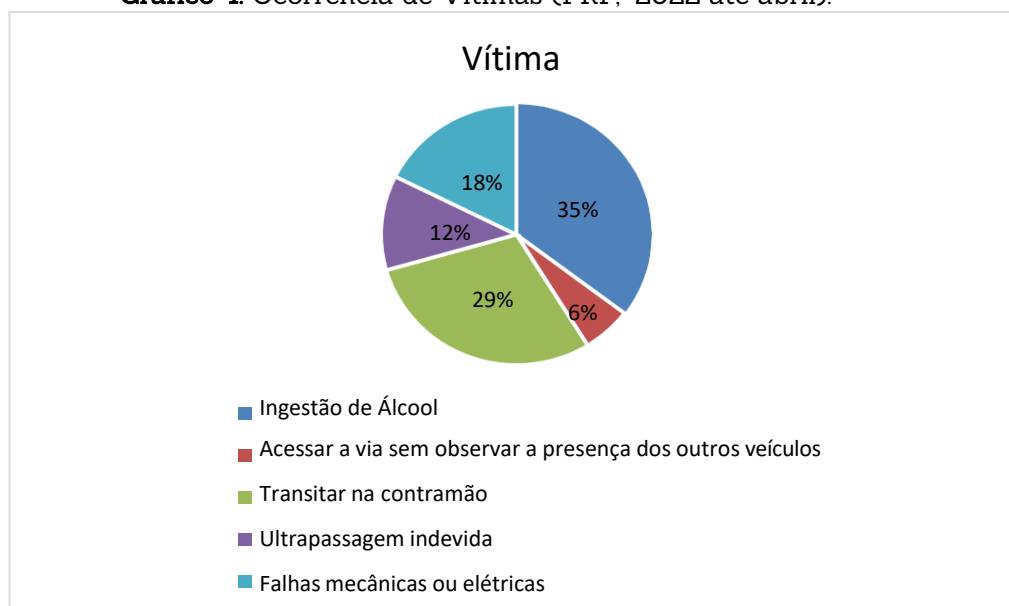


Causas de acidentes	Tipos de acidentes
Ingestão de Álcool	Colisão com objeto
Acessar a via sem observar a presença dos outros veículos	Colisão transversal
Transitar na contramão	Colisão frontal
Ultrapassagem indevida	Capotamento
Falhas mecânicas ou elétricas	Tombamento

Fonte: Autoria própria (2022).

A causa raiz de acidentes de trânsito que resultam até mesmo em mortes está diretamente ligada a falta de supervisão ou fiscalização, pois muitos motoristas são imprudentes. No entanto, quando há policiais e agentes de trânsito nas ruas, ou mesmo equipamentos eletrônicos, quem dirige um automóvel ou uma motocicleta terá mais atenção e cuidado. Segundo Alves *et al.* (2021), a desordem no trânsito brasileiro é realidade de muitas cidades, o que caracteriza a existência do número elevado nas taxas de acidente, que em muitas vezes são causados pela negligência dos condutores.

Gráfico 4: Ocorrência de Vítimas (PRF, 2022 até abril).



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se (Gráfico 4) que para este caso do ano de 2022, os resultados

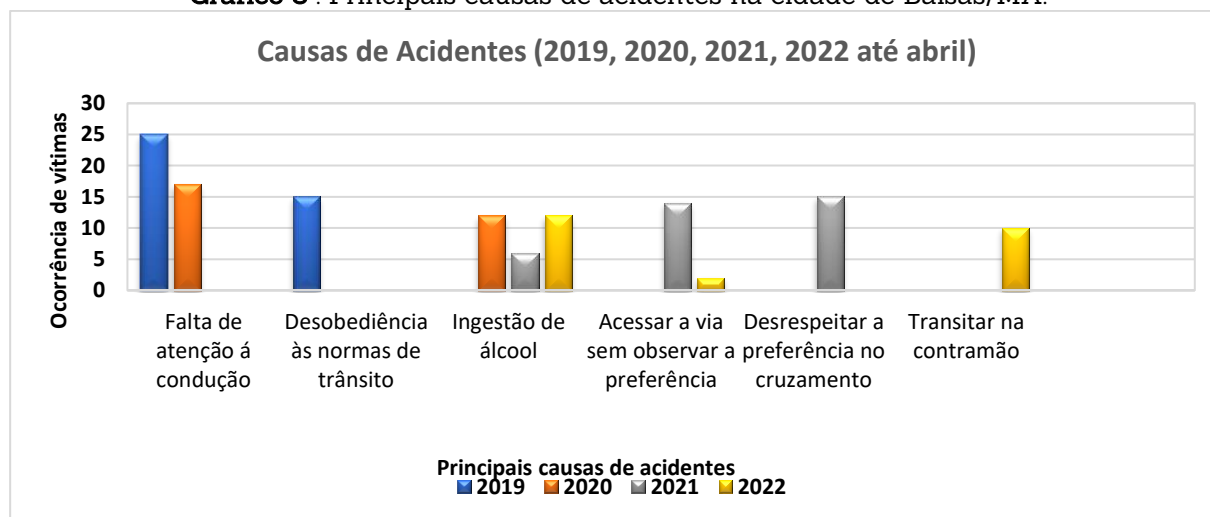


tornam-se mais evidentes pois abordam apenas o primeiro quadrimestre do ano, no entanto podemos relatar que até abril os fatores recorrentes para os acidentes estavam ligados a ingestão de álcool e transitar na contramão. Essas imprudências podem ocasionar graves acidentes e conseqüentemente vítimas fatais, pois além de colocar em risco a vida do condutor, pode afetar também outras pessoas, tanto dentro do veículo como fora, afinal, pedestres e outros veículos podem se envolver no acidente.

Para a PRF (2021), a educação para o trânsito é uma das formas primordiais de orientar para a diminuição dos riscos e/ou incidentes no trânsito, tem o poder de prevenção pois proporciona a mudança de comportamento de motoristas e pedestres.

De modo geral, fazendo um apanhado das principais causas de acidentes dos anos mencionados acima, podemos, então, analisar de forma direta qual desses motivos é a mais frequente na cidade de Balsas/MA, demonstrado no Gráfico 5 abaixo:

Gráfico 5 : Principais causas de acidentes na cidade de Balsas/MA.



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se que a maior ocorrência se dá pela desatenção a condução, onde a



maior incidência se deu nos anos de 2019 e 2020. Esse indicativo tem ligação direta com as atitudes corriqueiras ao volante, sendo as mais comuns presenciadas no cotidiano.

Essa teoria confere com o posicionamento de Pires e Silva (2017), quando afirma que a sinalização serve como controle e proteção para com os condutores das vias. Mas para isso precisam estar claras, precisas e visíveis, o que não acontece no trecho da rodovia que atravessa Balsas, já que muitas placas encontram-se desgastadas e/ou cobertas por vegetação. Além do mais, a sinalização pode evitar acidentes, sendo importante, tanto para os pedestres, como também para os motoristas que demonstram maior atenção para o local correto da travessia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo reuniu a análise de dados e estatísticas de acidentes oferecido pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) para os anos de 2019 até o primeiro quadrimestre de 2022, da cidade Balsas no estado do Maranhão, avaliando as causas e os principais de acidentes sendo eles fatais ou não precisamente na BR-230, que corta o município, a proposta era entender sobre os fatores que influenciam para o aumento de ocorrências graves na região.

Como foi apresentado ao longo do trabalho, tanto nos anos de 2019 quanto em 2020 a falta de atenção do condutor foi causa determinante para as situações de risco, para isso sugere-se uma fiscalização mais vigente, sendo que o controle deve abranger desde os condutores de veículos à sinalização das vias, buscando minimizar acidentes e prevenir episódios desastrosos.

Nos anos de 2021 e até abril de 2022, os fatores mais consideráveis foram o desrespeito na preferência pelo cruzamento e ingestão de bebidas alcólicas, situações atribuídas a imprudência e negligência do motorista, dessa forma é de



responsabilidade do condutor avaliar seu comportamento antes de dirigir um veículo para evitar envolver-se em situações adversas e colocar em questão também a vida de inocentes. Mas também, é compromisso dos órgãos responsáveis como: polícia, Detran, CONTRAN, aplicar as devidas punições aos envolvidos.

Na cidade de Balsas fica evidente que a maior parte dos acidentes ocorridos na BR-230 e monitorados pela Polícia Rodoviária Federal, estão estreitamente conectados com a postura do condutor na via, sendo que os motivos que acarretaram em situações de perigo foram por conta de atitudes erradas, imprudentes e negligentes, pois mesmo que se tenha sinalização em alguns pontos, a mesma não é obedecida, já que muitos acidentes ocorreram por ultrapassagens indevidos, ingestão de bebidas alcoólicas, tráfego na contramão e desatenção as regras básicas de trânsito.

Alguns fatores foram limitantes para a pesquisa, como: o volume de tráfego da região, os tipos de veículos, o clima, as condições da rodovia. Porém, o intuito do trabalho consistia na análise dos dados fornecidos pelo banco de informações da PRF, a fim de se obter uma visão ampla das variáveis na ocorrência de acidentes no município estudado.

Logo, é de fundamental importância prestar atenção ao transitar em vias públicas, pois deve-se averiguar todos os elementos, sendo eles: as condições da via, a sinalização e o tempo. Em contrapartida, apesar dos mais variados tipos de acidentes mencionados acima, fica evidente que as causas são de fato o verdadeiro problema social de trânsito, principalmente por conta das atitudes dos condutores considerados irresponsáveis. Além disso, é necessário que haja um trabalho coordenado e integrado entre os vários órgãos de segurança pública para desenvolver um sistema unificado e padronizado que procure melhorar e entender o comportamento daqueles que trafegam nas rodovias e estradas brasileiras, não



somente para coletar dados, mas contribuir e trazer benefícios a sociedade. Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a continuidade da pesquisa, com estudos específicos, analisando os aspectos limitantes do trabalho entre outras características que possam resultar em trabalhos com outros objetivos.

REFERÊNCIAS

Acidentes. **Polícia Rodoviária Federal. Ministério da Justiça e Segurança Pública, 2022.** Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 21 jul. 2022.

ALVES, Breno Eduardo dos Santos et al. Análise espacial dos acidentes de trânsito na capital do estado do Pará-Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e17010915445-e17010915445, 2021.

BACCHIERI, Giancarlo; BARROS, Aluísio JD. **Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados.** Revista de Saúde Pública, v. 45, p. 949-963, 2011.

BARROS, Aluísio JD et al. **Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade.** Cadernos de Saúde Pública, v. 19, n. 4, p. 979-986, 2003.

BOTTESINI, Giovani. **Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Porto Alegre, 2010.

BRASIL. Governo Federal. Ministério de Infraestrutura. Frota de Veículos. Balsas, 2022.

CARMO, Cássio Leandro do. **Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais.** Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologias. São Paulo, 2019.

FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto “Coca” et al. **Segurança viária.** São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012.



MARÍN, Letícia; QUEIROZ, Marcos S. **A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral.** Cadernos de Saúde Pública, v. 16, p. 7-21, 2000.

PIRES E SILVA, Sérgio Eduardo. **Sinalização de Trânsito: " Todos por um trânsito mais seguro".** Monografia (pós-graduação em segurança viária urbana). Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, p.31. 2017.

RUFINO, Sergio Oscar. **A condição da sinalização viária de travessia de pedestres como causa contribuinte em ocorrência de acidente de trânsito em rodovias federais.** Relatório (pós-graduação em Perícia de Acidentes de Trânsito). Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.63. 2017.

SALLES, Lúcia Salles De et al. Avaliação retrorrefletiva de pintura de demarcação horizontal: peculiaridades e considerações sobre a norma e os requisitos mínimos nacionais. **Transportes v. 23, n. 2, p. 5 – 17, 2015.**

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara De. **Transporte e meio ambiente: Conceitos e informações para a análise de impactos.** São Paulo: Annablume, 2006.

VAZ, Ana Paula de Melo et al. **Bacia hidrográfica do rio balsas: diagnóstico físico e avaliação qualitativa de áreas suscetíveis à erosão.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, p. 77-87, 2021.

ZANON, Neusa Maria; BRISOTTO, Luciane De Fátima Rotth. **Comportamento de risco e a contribuição da psicologia para a redução dos acidentes de trânsito: uma revisão da literatura.** Revista Destaques Acadêmicos, v. 12, n. 2, 2020.



UM ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE CICLOFAIXAS NA CIDADE DE BALSAS-MA

Itaelma Gomes dos Santos¹
Thiago de Sousa Batista²
Moises de Araújo Santos Jacinto³

RESUMO

Com o crescimento das cidades contribui para um aumento gradativo na circulação de automóveis, gerando poluição atmosférica, acidentes de trânsito e congestionamentos de veículos nas ruas. Dessa forma, uma solução viável para diminuir o problema é o incentivo do uso de bicicletas, pois além de diminuir o fluxo de carros em circulação é uma alternativa de promover a mobilidade sustentável, pois a mesma tem como vantagem o baixo valor de mercado. Tornando-a bicicleta é um transporte promissor para combater o aumento contínuo de carros nas ruas. O objetivo do artigo é apresentar através de dados coletados, como medidas e normas a possível implantação de uma ciclofaixa em Balsas-MA que está em ascensão ao crescimento populacional, sendo uma forma de facilitar o acesso ao lazer e incentivar a prática de exercícios físicos. A metodologia utilizada contou com uma pesquisa bibliográfica sobre os métodos de implantação e avaliação da qualidade do sistema cicloviário, tendo como base as medidas de comprimento e critérios mínimos para aplicá-lo em uma cidade. A partir de então, a Av. Juscelino Kubitschek, localizada em Balsas - MA apresenta condições favoráveis, como medidas mínimas e comprimento razoável, podendo ser unidirecional ou bidirecional, sendo caracterizada como via local, ou seja, destinada aos acessos locais. Assim, com base no estudo realizado, o comprimento ideal para implantar uma ciclofaixa na Av. Juscelino Kubitschek foi de 1.90 m para cada pista. A infraestrutura adequada melhora e assegura a mobilidade dos ciclistas, contribuindo para sustentabilidade e incentivo ao movimento das pessoas através das bicicletas, visto que a ciclofaixa é ideal para favorecer a acessibilidade cicloviária.

Palavras-chave: Ciclofaixa, avenida, mobilidade, bicicleta, sistema de transporte

ABSTRACT

With the growth of cities, it contributes to a gradual increase in the circulation of cars, generating air pollution, traffic accidents and vehicle congestion on the streets. Thus, a viable solution to reduce the problem is to encourage the use of bicycles, as

¹ Engenharia civil, UFMA, itaelma.gomes@discente.ufma.br

² Engenharia civil, UFMA, thiago.bastita@discente.ufma.br

³ Engenheiro Civil, UFMA, moises.asj@ufma.br



in addition to reducing the flow of cars in circulation, it is an alternative to promote sustainable mobility, as it has the advantage of low market value. Making it a bicycle is a promising transport to combat the continuous increase of cars on the streets. The objective of the article is to present, through collected data, such as measures and norms, the possible implementation of a bicycle lane in Balsas-MA, which is on the rise due to population growth, being a way to facilitate access to leisure and encourage the practice of physical exercises. The methodology used relied on a bibliographical research on the methods of implantation and evaluation of the quality of the cycling system, based on length measurements and minimum criteria to apply it in a city. From then on, Av. Juscelino Kubitschek, located in Balsas - MA, has favorable conditions, such as minimum measurements and reasonable length, and can be unidirectional or bidirectional, being characterized as a local road, that is, destined for local accesses. Thus, based on the study carried out, the ideal length to implement a cycle lane on Av. Juscelino Kubitschek was 1.90 m for each track. Adequate infrastructure improves and ensures the mobility of cyclists, contributing to sustainability and encouraging the movement of people using bicycles, as the bicycle lane is ideal for promoting bicycle accessibility.

Keywords: cycle lane, avenue, mobility, bicycle, transport system

INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é de grande relevância para a comunidade. Pois, por meio do deslocamento de ponto a outro que a população realiza ações como serviços e relações, pessoas. A partir do século XIX, com o início da industrialização, iniciou-se a era dos veículos motorizados, e com o passar dos anos cresceu significativamente o número de veículos que estão presentes atualmente nas ruas das grandes cidades e pequenas (BATISTA; LIMA, 2020a).

Logo, com o aumento dos veículos motorizados é notado as mazelas relacionadas com a mobilidade urbana, pois o aumento de automóveis, trazem consequências como o congestionamento e acidentes, emissões de gases de efeito estufa, deterioração de ruas, acidentes, interferindo diretamente na qualidade de vida das pessoas e meio ambiente. Dessa forma, é necessário avaliar outras formas de transporte que tenha menos impacto, ou seja, um transporte ativo, como, por



exemplo, a locomoção humana, como andar e pedalar proporcionando menos impacto e mais qualidade de vida para o usuário (BATISTA; LIMA, 2020).

A bicicleta é um transporte promissor, por ser considerado ecologicamente correto e recomendado por muitos profissionais da saúde para promover o bem-estar das pessoas. Contudo, a mobilidade voltada para a bicicleta enfrenta diversas mazelas relacionadas com a infraestrutura das cidades brasileiras. Logo, deve-se buscar uma forma de facilitar o acesso a ambientes de qualidade para o tráfego correto de condutores de bicicletas, priorizando a segurança e saúde dos mesmos (SALETE MATTEI *et al.*, 2021).

Uma forma de incentivar o uso de bicicletas é a implantação de ciclovias e ciclofaixas, sendo assim vias exclusivas para a circulação de bicicletas. Portanto, para adoção de ciclofaixas deve-se observar o tipo de via e fluxo da mesma. A ciclofaixa é uma estrutura demarcada com pintura ou com elementos discretos, com sinalização adequada para evitar acidentes relacionados aos veículos motorizados, tais espaços já vêm sendo implantados em grandes centros urbanos, sendo uma forma de incentivar o transporte alternativo (SALETE MATTEI *et al.*, 2021).

Porém, a criação de ciclofaixas para o lazer voltado para os ciclistas, apresentam resultados diferentes, pois a implantação de uma ciclofaixa depende de fatores relacionados com o perfil da cidade, rua e normas a seguir (SALETE MATTEI *et al.*, 2021). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo determinar quais os critérios a serem cumpridos para implantar uma ciclofaixa na cidade de Balsas-MA.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

Sustentabilidade se originou da expressão alemã “Nachhaltend” que significa longevidade. Com isso, surgiu o termo sustentabilidade, onde foca, em



temas ambientais. Nesse sentido, a partir de 1960, com debates que mostravam que o crescimento econômico, do desenvolvimento, e do estilo de vida que ameaçavam o equilíbrio e a economia do planeta terra (MATTEI et al., 2021).

Para realizar um desenvolvimento sustentável é necessário abordar dimensões sociais, ecológicas e econômicas dos seres vivos e não vivos. Portanto, as questões a serem tratadas como importantes para a sustentabilidade são: educação, trabalho, preservação dos recursos naturais, redução das desigualdades e satisfação das necessidades básicas e bem-estar (MATTEI et al., 2021).

A mobilidade urbana sustentável

A mobilidade urbana é definida como o movimento que permite o acesso de pessoas e bem às oportunidades urbanas, como as atividades de comércio, trabalho, serviços de saúde, educação e lazer (COSTA, 2008).

O aumento da mobilidade vem implicando em impactos negativos sobre o meio ambiente local e global. Esses impactos incluem congestionamentos, emissão de poluentes, ruídos, fragmentações de comunidades, resíduos sólidos. Portanto, como o agravamento dos problemas de transporte, surgiu a necessidade de abordar novas soluções tais como a sustentabilidade (COSTA, 2008).

A importância da bicicleta na mobilidade urbana

Quando um estado prioriza um sistema individual como o carro, isso acaba gerando um descaso com o outro transporte, dessa forma, aumentando a diferença entre classes sociais. Nesse sentido, para realizar a escolha certa de um transporte irá depender de uma série de variáveis, como conforto, tempo de transporte, segurança, custo, acessibilidade e entre outros (FABIANO, 2016).

A crise de mobilidade urbana já virou rotina na vida de cidadãos de grandes cidades, tais como congestionamentos diários. A crise se dá por motivos como



investimentos direcionados somente para transporte individuais e organizações privadas (FABIANO, 2016).

Para escolher a bicicleta como um meio de transporte irá depender de fatores objetivos e subjetivos. Além disso, eles estão ligados a rapidez, topografias, clima, segurança e aspectos práticos, portanto, se uma cidade apresenta uma topografia muito inclinada, acaba dificultando a implantação de ciclofaixas. A ciclovia se diferencia dos outros modos de transporte por meio de sua dimensão, vulnerabilidade e velocidade (MATTEI *et al.*, 2021).

Segundo Silva (2014), a bicicleta é um meio de transporte mais importante para se traçar médias e curtas distâncias. No Brasil, a bicicleta é responsável por 7,4% dos deslocamentos nas áreas urbanas. Com isso, a produção desse produto é de 5.000.000 e a ordem nacional é de 50.000.000, dessa forma, indicando que o uso da bicicleta está muito aquém da sua capacidade. Portanto, para que a bicicleta se torne viável no Brasil há uma série de dificuldade a serem superada nos centros urbanos, como a falta de infraestrutura (ciclovias e ciclofaixas), a falta de educação e respeito no trânsito e entre outros (MATTEI *et al.*, 2021).

Os deslocamentos a pé ou de bicicleta apresentam muitas vantagens quando comparados aos veículos movidos a energia não renováveis, tais como: redução de congestionamento e de seus impactos econômicos; redução dos custos com acidentes de trânsito; aumento da inclusão social; melhor aproveitamento do espaço dos recursos públicos, redução do consumo de combustíveis fósseis e da emissão de poluentes e entre outros. Portanto, a redução dos automóveis tem sido uma forma de humanizar os centros urbanos e melhorar a qualidade de vida (VIEIRA *et al.*, 2010).

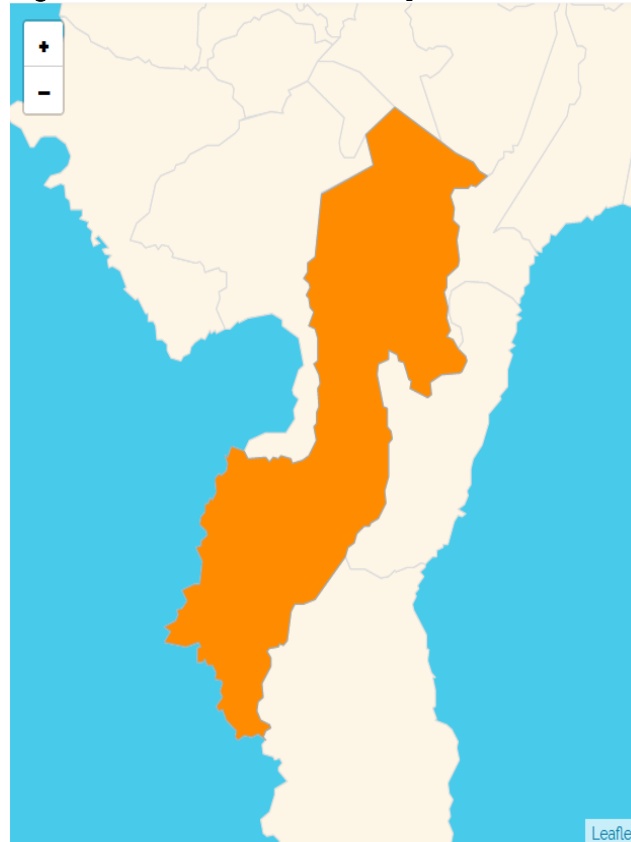
METODOLOGIA

O estudo foi realizado na cidade de Balsas, localizada no estado do Maranhão,



com uma área territorial de 13.141,733 km. Balsas acompanha o crescimento populacional, segundo o IBGE, onde passou de 41.640 habitantes, em 1992, para 83.528, em 2010 (OLIVEIRA *et al.*, 2017a). Atualmente o município de Balsas possui uma área territorial equivalente a 13.141,162, e uma população estimada para 96.951 habitantes (IBGE, 2021). A Figura 1 apresenta a localização do município de Balsas.

Figura 1. localização do município de Balsas -MA.



Fonte: IBGE (2021).

A avenida de estudo foi a Av. Juscelino Kubitschek, localizada no bairro São Luiz, sendo a mesma avenida que dá acesso ao parque de exposições da cidade de Balsas. A Av. Juscelino Kubitschek apresenta condições relevantes para implementar o uso de ciclofaixas, pois a mesma tem as medidas coerentes para o estudo. A figura 2 está apresentando a Av. Juscelino Kubitschek por meio de



satélite.

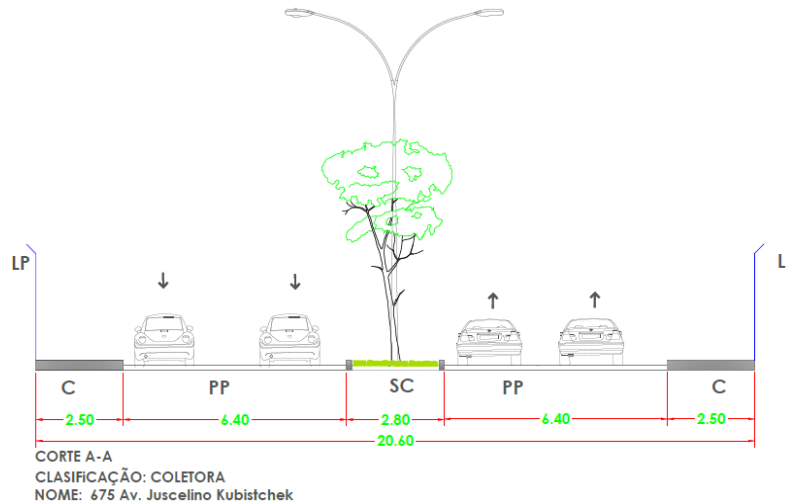
Figura 2. Localização da Av. Juscelino Kubitschek.



Fonte: Google Maps

A Av. Juscelino Kubitschek, Av. (JK) apresenta um comprimento de 703,19 m, uma largura 20,60 m, onde possui duas pistas principais de 6,40 m separadas por um separador central de 2,80 m. Dessa forma, foi projetado o projeto no AutoCad para representar a Av. (JK), onde está apresentada na Figura 3.

Figura 3. Vista Frontal corte A - A da Av. (JK).

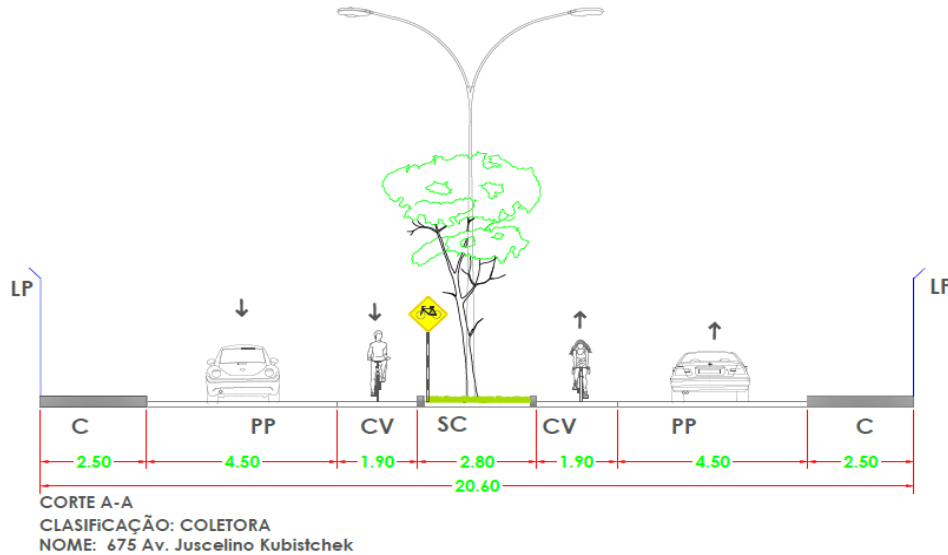


Fonte: Própria (2022).

Para representar a ciclovia na Av. (JK) foi projetado um projeto no AutoCad, onde foi disposta uma via de 1,90, diminuindo o tamanho da pista de 6,40 para 4,50

m. Com isso, na figura 4 está apresentando a implantação da ciclovia na Av. (JK).

Figura 4. Implantação da ciclovia na Av. (JK).



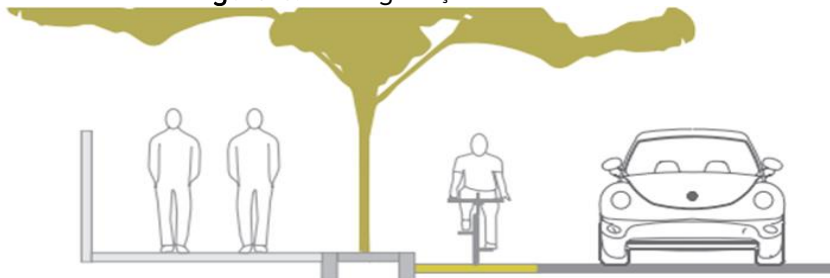
Fonte: Própria (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a implantação da ciclofaixa, é necessário definir qual será sua posição da ciclofaixa, segundo Riccardi (2010) há três tipos de configurações para esta:

Junto ao bordo direito da pista de rolamento, em vias onde é proibido estacionar;

Figura 5. Configuração 1 da ciclofaixa.



Fonte: Gondim (2010, p. 67).

Entre o bordo da via e a área de estacionamento;

Figura 6. Configuração 2 da ciclofaixa.



Fonte: modificado de Gondim (2010, p. 67).

Entre a área para estacionamento e a faixa de tráfego da via.

Figura 7. Configuração 3 da ciclofaixa.



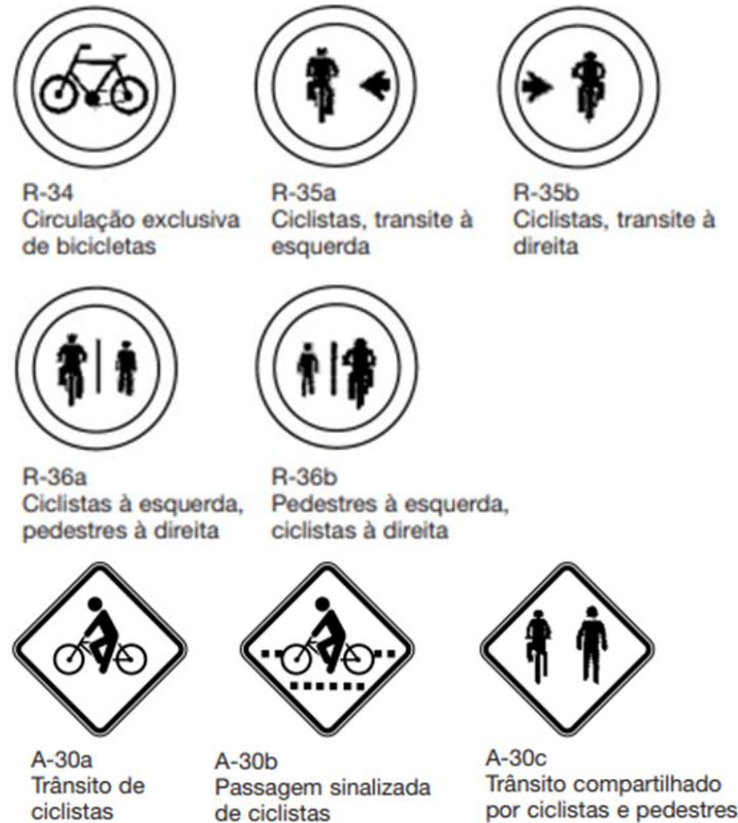
Fonte: Gondim (2010, p. 67).

No caso em questão, aderiu-se a primeira opção por conta das características da via escolhida. Outro aspecto que deve ser planejado é a sinalização da ciclofaixa, tanto a sinalização vertical quanto a horizontal.

No que diz respeito a sinalização vertical, como se espera que haja uma grande movimentação de bicicletas, é necessário existirem placas informando tal situação, segundo a Res. n.º 666/86, a via com ciclofaixa terá de “estar sinalizada com placas indicativas, a espaços regulares, ressaltando a existência da mesma e fornecendo mensagens que estimulem o respeito a sua utilização exclusiva”. Através da Res. n.º 160/04, aprovaram-se novas placas, sendo cinco de regulamentação e duas de advertência (CONTRAN, 2022). As quais devem ser adotadas em locais

onde há circulação de bicicletas, sendo elas indicadas na Figura 8.

Figura 8. placas de regulamentação e advertência de circulação de bicicletas.



Fonte: CET – SP (2020).

Já quanto à sinalização horizontal, essa é de fato o que constitui a ciclofaixa, sendo a pintura realizada no chão feita seguindo para os cruzamentos das vias, interseções com faixas de pedestres, aproximações com pontos de ônibus e outras interferências, utilizamos o Padrão II do CET-SP (CET – SP, 2020).

CONCLUSÕES

A mobilidade urbana é de fato essencial no desenvolvimento dos centros urbanos. A implantação de uma ciclofaixa na cidade de Balsas - MA é uma solução viável para ciclistas que colocam sua segurança em risco em pistas sem sinalização, dimensões adequadas entre o ciclista e o veículo motorizado, podendo ocasionar



acidentes de trânsito.

Pelo, o estudo realizado e com base em trabalhos já existentes, verificou-se implantação de uma ciclofaixa unidirecional na Av. Juscelino Kubitschek é possível, pois pelo projeto realizado no software AutoCad versão 2022, foi possível dimensionar as medidas para cada pista. Diante disso, as ciclofaixas unidirecionais devem ter largura mínima de 1,20 m.

Pelo, o projeto elaborado para a Av. Juscelino Kubitschek, a ciclofaixa com apenas um sentido, ou seja, unidirecional, foi projetada com 1,90 m. Portanto, a ciclofaixa remendada atende os critérios de dimensões mínimas e fica localizada em uma via local com pouco trânsito, sendo assim ideal para praticar ciclismo, essas ações diminuem a possibilidade de colisões e atropelamentos.

No entanto, para a cidade de Balsas-MA a implantação de uma ciclofaixa acarreta na diminuição no fluxo de carros da determinada avenida e a inclinação da mesma é inadequada, aumentando a velocidade dos ciclistas.

REFERÊNCIAS

BATISTA, D. G. P. de LIMA, E. R. V. Índice de avaliação da qualidade de infraestruturas cicloviárias: um estudo em João Pessoa-PB. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, 2020.

COSTA, M. da S. Um índice de mobilidade urbana sustentável. **Escola de Engenharia de São Carlos-USP. São Carlos**, 2008.

CET - SP. **MANUAL DE SINALIZAÇÃO URBANA**: Espaço Cicloviário. Companhia de Engenharia de Tráfego: [s. n.], 2020. v. 13.

FABIANO, M. L. A. A mobilidade urbana e o papel da bicicleta como condutor de inclusão social e de transformação da cidade. **4 Colóquio Brasil**, 2016.

FEDER, M. Ciclofaixas–análise da legislação e das normas brasileiras. **Revista de Transportes Públicos–ANTP**, p. 59 – 68, 2005.



GOV.BR. RESOLUÇÃO CONTRAN. Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-contran-n-886-de-13-de-dezembro-de-2021-369787920>. Acesso em: 09 dez. 2022.

IBGE. Cidade e Estado. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/balsas.html>. Acesso em: 09 dez. 2022.

SALETE MATTEI, Tatiane et al. Aplicação de um método de determinação da sustentabilidade na ciclofaixa de Francisco Beltrão (PR). **Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**, v. 10, n. 1, 2021.

SILVA, Ana Lúcia Bezerra da. Análise Multicritério para avaliação de rotas cicláveis integradas ao transporte público. 2015.

VIEIRA, H. et al. O planejamento cicloviário: a busca da sustentabilidade a partir dos erros e sucessos dos outros. **Paper Final**. 2010. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/5219/O%20planejamento%20ciclovi%20a%20partir%20dos%20erros%20e%20sucessos%20dos%20outros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 dez. 2022.