

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

MATEUS LAVÔR MARTINS

ANÁLISE DE MOBILIDADE URBANA: Estudo de caso em via pública no município
de Bacabal-MA.

BACABAL – MA
2024

MATEUS LAVÔR MARTINS

ANÁLISE DE MOBILIDADE URBANA: Estudo de caso em via pública no município de Bacabal-MA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil na Universidade Estadual do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Profa. Ma. Natália Barros Falcão Cutrim.

BACABAL – MA

2024

M298a Martins, Mateus Lavôr

Análise de mobilidade urbana: Estudo de caso em via pública no município de Bacabal-MA / Mateus Lavôr Martins – Bacabal-MA, 2024.

00 f: il.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil Bacharelado - Universidade Estadual do Maranhão-UEMA/ Campus Bacabal-MA, 2024.

Orientador: Prof^a Mestre: Natália Barros Falcão Cutrim

1.Mobilidade Urbana 2.Planejamento Urbano 3.Drenagem
4. Plano Diretor

CDU: 625.7 (91)

Elaborada por Poliana de Oliveira Ferreira CRB/13-702 MA

MATEUS LAVÔR MARTINS

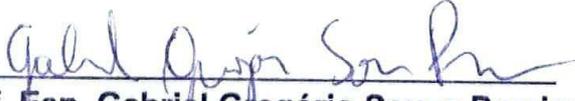
**ANÁLISE DE MOBILIDADE URBANA: Estudo de caso em via pública no
município de Bacabal-MA.**

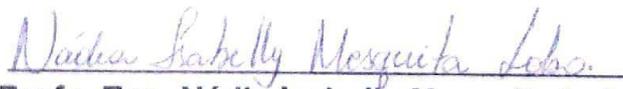
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual do Maranhão, como
requisito a obtenção do Título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Aprovado em: 05/08/2024

BANCA EXAMINADORA


Profa. Ma. Natália Barros Falcão Cutrim (Orientadora)
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO


Prof. Esp. Gabriel Gregório Sousa Pereira
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO


Profa. Esp. Nádia Isabelly Mesquita Lobo
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão aos meus pais, Emir Martins Filho e Teresa Cristina Lavôr de Lima, cujo amor, apoio e sacrifícios tornaram possível a conclusão deste trabalho. Seu apoio inabalável e encorajamento constante foram fundamentais em cada etapa deste percurso acadêmico. Este trabalho é dedicado a vocês com todo o meu carinho e reconhecimento.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me guiar e sustentar em cada passo desta trajetória.

A minha eterna gratidão vai para meus pais, Emir Martins Filho e Teresa Cristina Lavôr de Lima, que não mediram esforços para estar ao meu lado durante toda esta jornada. O apoio e o amor incondicional de vocês foram o pilar que sustentou meu caminho.

Gostaria de dedicar um agradecimento especial à minha madrinha, Maria da Conceição, e ao meu padrinho, Valdeci. Embora minha madrinha já não esteja entre nós, seu apoio desde o início da minha trajetória universitária foi inestimável e sua memória continua a me inspirar.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a duas pessoas especiais. Thiago Gomes, a sua amizade foi uma constante fonte de apoio e alegria. Desde que nos conhecemos na UEMA, criamos um vínculo que transcendeu os muros da universidade. Samira Aires, você esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis, oferecendo seu apoio incondicional. Compartilhamos tanto momento de tristezas quanto de felicidades, e sua amizade foi um pilar fundamental durante esses anos. Guardarei eternamente as lembranças dos momentos que vivemos juntos.

Um agradecimento especial às minhas colegas de estágio e de universidade. Karen Michaelly, sua contribuição na obtenção de pesquisas foi de extrema importância para o desenvolvimento deste trabalho. Larissa Graziely, sua ajuda na formatação do trabalho foi essencial e trouxe um grande alívio em um momento crítico. Juliana Paiva, seu encorajamento e apoio foram indispensáveis nos momentos mais difíceis.

Não posso deixar de mencionar a todos os meus professores, especialmente à minha orientadora, Professora Mestra Natália Barros Falcão Cutrim. Sua orientação e auxílio, foram essenciais para conclusão desse trabalho.

A todos vocês, meu mais sincero agradecimento. Cada contribuição, apoio e incentivo foi crucial para a realização deste trabalho e para a conclusão desta etapa tão importante da minha vida.

“Não é porque as coisas são difíceis que não ousamos; é porque não ousamos que elas são difíceis.”

Sêneca

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo estudar os principais termos relacionados ao planejamento urbano e à mobilidade, com foco em um estudo de caso na cidade de Bacabal. A pesquisa busca analisar como a insuficiência do planejamento urbano na cidade impacta diretamente a mobilidade urbana de seus habitantes. O estudo inicia-se com uma revisão bibliográfica abrangente, abordando conceitos-chave como urbanismo, mobilidade, infraestrutura urbana e planejamento estratégico. Em seguida, são apresentados dados demográficos e geográficos de Bacabal, fornecendo um contexto necessário para a análise. Para avaliar a mobilidade urbana na cidade, foi conduzido um levantamento de campo, que incluiu entrevistas com residentes, análise de tráfego e mapeamento de áreas críticas com problemas de infraestrutura. Os resultados demonstram que a falta de um planejamento urbano adequado resulta em congestionamentos frequentes, evidenciou-se a ausência de ciclovias e calçadas adequadas, como também, demonstra a insuficiência do sistema de drenagem urbana, afetando negativamente a qualidade de vida da população. Concluímos que é crucial implementar políticas de planejamento urbano mais integradas e eficazes para melhorar a mobilidade urbana em Bacabal. Recomenda-se a criação de um plano diretor participativo, investimentos em infraestrutura de transporte, e incentivos ao uso de meios de transporte alternativos e sustentáveis. Acredita-se que esta pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de soluções práticas e inovadoras que beneficiem não apenas Bacabal, mas também outras cidades com desafios semelhantes.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana; Planejamento Urbano; Drenagem; Plano Diretor

ABSTRACT

The objective of this undergraduate thesis is to study the main terms related to urban planning and mobility, with a primary focus on a case study in the city of Bacabal. The research aims to analyze how the insufficiency of urban planning in the city directly affects the urban mobility of its inhabitants. This study begins with a comprehensive bibliographic review, discussing the key concepts as urbanism, mobility, urban infrastructure and strategic planning. Then, demographic and geographic data of Bacabal city are presented, providing necessary context for the analysis. To evaluate urban mobility in the referred city, a field survey was conducted, which included interviews with residents, traffic analysis and mapping of crucial areas with infrastructure issues. The results demonstrate that the lack of appropriate urban planning causes frequent congestion. The research highlighted the absence of cycle paths and proper sidewalks, as well as the insufficiency of urban drainage systems, negatively affecting the quality of life of the population. It is concluded that it is crucial to implement more integrated and effective urban planning policies to improve urban mobility in Bacabal. The study recommends the creation of a participatory master plan, investments in transportation infrastructure, and the encouragement of alternative and sustainable transport methods. It is believed that this current study can contribute to the development of practical and innovative solutions that benefit not only Bacabal but also other cities facing similar challenges.

Key-words: Urban Mobility; Urban Planning; Drainage; Master Plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Bacabal – MA.....	16
Figura 2: Rua Osvaldo Cruz alagada após chuva.....	20
Figura 3: Sistema de Drenagem de águas pluviais.....	22
Figura 4: Meio-fio pré-moldado.....	23
Figura 5: Exemplo de Sarjeta e de boca de lobo.....	23
Figura 6: Exemplo de Sarjeta e meio fio com ausência de manutenção.....	24
Figura 7: Exemplo de sistema de microdrenagem danificado.....	24
Figura 8: Exemplo de boca de lobo entupida.....	25
Figura 9: Localização da casa de show Taverna em local residencial.....	29
Figura 10: Localização da Distribuidora Medeiros em zona residencial.....	30
Figura 11: Localização do centro de distribuidora da AmBev em zona residencial.....	30
Figura 12: Foto da Rua Teixeira Mendes com a Rua Osvaldo Cruz.....	32
Figura 13: Foto da Rua Osvaldo Cruz com a Rua Teixeira Mendes.....	32
Figura 14: Trecho da estrada da Bela Vista do Ponto de início dela próximo a farmácia Pag Menos até o bairro Terra do Sol.....	35
Figura 15: Trecho da rua Osvaldo Cruz do início dela com a Gonçalves Dias até o final dela com Raimundo Corrêa.	36
Figura 16: Trecho da rua Frederico Lêda do início dela com a Rua 5 até o final dela após Justiça Federal.....	37
Figura 17: Fotografia da ausência de calçada e sistema de microdrenagem, próximo ao parque ambiente e Universidade Estadual do Maranhão na Rua Teixeira de Freitas.....	47
Figura 18: Fotografia de calçada danificada, com obstáculos como poste mal posicionado, na Rua Teixeira de Freitas.....	48
Figura 19: Exemplo de placa a ser adotada para regulamentar a circulação de veículos em vias urbanas.....	52
Figura 20: Pavimento permeável: utilização de pavimento intertravado em estacionamento e calçada.....	56

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abramet	Associação Brasileira de Medicina de Tráfego
CEF	Caixa Econômica Federal
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego CNH Carteira Nacional de Habilitação
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MA	Maranhão
NBR	Norma brasileira regulamentadora
NT	Nota técnica
SESI	Serviço Social da Indústria
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE TABELA E QUADRO

Tabela 1: Tabela com quantitativo de tipo veículos que trafegam na rua Frederico Lêda nos horários estudados com base no estudo de tráfego realizado.....	49
Quadro 1: Conduas e frequência mínima de manutenção de sistemas de drenagem pluvial.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de evolução de frota de veículos de Bacabal – MA.....	38
Gráfico 2: Gráfico de rosca do quantitativo médio de veículos que trafegam a Frederico Lêda no horário das 7:00 – 8:00.....	44
Gráfico 3: Gráfico de rosca do quantitativo médio de veículos que trafegam a Frederico Lêda no horário das 17:30 – 18:30.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	18
1.1.1 Objetivo Geral	18
1.1.2 Objetivos Específicos.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Planejamento Urbano	21
2.2 Drenagem urbana	22
2.3 Manutenção dos sistemas de drenagem	26
2.3.1 Fatores que contribuem para a obstrução	26
2.3.2 Classificação dos tipos de manutenções	26
2.3.2.1 <i>Manutenção Corretiva</i>	26
2.3.2.2 <i>Manutenção Preventiva</i>	27
2.3.2.3 <i>Manutenção Preditiva</i>	27
2.4 Plano Diretor	28
2.4.1 Uso do solo e zoneamento	28
2.4.2 Conseqüências na mobilidade urbana	31
2.5 Congestionamentos e acidentes	31
2.5.1 Mapeamento dos pontos críticos de mobilidade urbana de Bacabal.....	33
2.5.1.1 <i>Estrada da Bela Vista</i>	34
2.5.1.2 <i>Rua Osvaldo Cruz</i>	35
2.5.1.3 <i>Rua Frederico Lêda</i>	36
2.5.2 Frota de veículos de Bacabal - MA.....	37
2.6 Impactos socioeconômicos	39
2.6.1 Impactos na economia	39
2.6.2 Impactos na saúde	39

2.6.3 Impactos na qualidade de vida	40
2.7 Impactos ambientais	40
3 METODOLOGIA	41
3.1 Softwares utilizados	42
3.1.1 Google Earth Pro	42
3.1.2 Thing Counter	42
3.1.3 Microsoft Excel	43
3.2 Estudo de tráfego	43
4. ENGENHARIA DE TRÁFEGO	45
4.1 Vias	45
4.1.1 Ruas e avenidas	46
4.1.2 Calçadas	46
4.2 Veículos	48
4.3 Usuários	50
5 RESULTADOS	50
5.1 Medidas paliativas	50
5.1.1 Plano diretor defasado	51
5.1.2 Ocupação do Solo e Zoneamento Inadequado	51
5.1.3 Infraestrutura de Transporte Insuficiente, Inadequada e Ausência de Acessibilidade nas Calçadas	53
5.1.4 Insuficiência do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais	55
5.1.5 Fiscalização da Guarda Municipal Inexistente	57
6 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE 1 – CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS ADAPTADO DO MANUAL DO DNIT 2006	62

APÊNDICE 2 – PESQUISA SOBRE PLANEJAMENTO URBANO, MOBILIDADE E ASSUNTOS CORRELATOS	65
------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

O processo de planejamento urbano e os assuntos relacionados, como urbanização e mobilidade urbana, têm como destaque a Constituição de 1988, que fez com que os Municípios se tornassem autônomos em relação às partes político-administrativas. Portanto, a partir disto, os governantes municipais deveriam criar normativas e estatutos para regulamentar as características construtivas das cidades e suas políticas urbanas. Na teoria, isso é o Plano Diretor Municipal, que, a partir da Lei N° 10.257, de 10 de julho 2001, determina a obrigatoriedade do plano diretor para cidades com mais de 20 mil habitantes.

Porém, com o processo de urbanização de maneira desordenada que ocorreu ao longo do século XX, surgiram algumas consequências negativas, tais como a mobilidade urbana precária, que vem sendo um grande problema nas cidades brasileiras. Nesse contexto, a mobilidade urbana desempenha um papel crucial na qualidade de vida dos cidadãos e no funcionamento eficaz das cidades.

Ao longo desse estudo, abordaremos a mobilidade urbana em Bacabal, examinando as políticas de planejamento urbano, o crescimento populacional, o uso do solo e a infraestrutura de transporte. Além disso, discutiremos as implicações sociais, econômicas e ambientais desses desafios, e como eles afetam diretamente a vida dos cidadãos. Por fim, apresentaremos recomendações e estratégias que visam melhorar a mobilidade urbana em Bacabal e, conseqüentemente, contribuir para um ambiente urbano mais sustentável e habitável.

Bacabal, cidade localizada no estado do Maranhão, está a cerca de 240 km da capital do estado, São Luís. É o município-sede da Região de Planejamento do Mearim, que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2022, tinha como estimativa 103.711 habitantes, e tem como característica o grande fluxo de pessoas das cidades vizinhas. Bacabal é um exemplo de cidade que enfrenta problemas consideráveis em relação à mobilidade urbana, à medida que a cidade teve um crescimento populacional desordenado, uma transformação considerável em sua paisagem urbana, porém não foi acompanhada de um planejamento urbano eficiente.

Figura 1 - Mapa de Bacabal – MA.



Fonte: IBGE.

Esse problema enfrentado em Bacabal da mobilidade urbana impacta diretamente na qualidade de vida dos cidadãos, no desenvolvimento sustentável, nos custos e na economia. Pois, com uma mobilidade urbana eficiente, a população fica menos tempo circulando nas vias, conseqüentemente desgastando menos o pavimento, o carro e também o combustível, gerando economia para si mesmos como para os governantes, pois irá aumentar o tempo para manutenção do pavimento, como também ocorrerá a diminuição da emissão de gases poluentes dos veículos. Diante disso, fica evidente a necessidade de um planejamento urbano eficiente, pois irá trazer benefícios que irão impactar na qualidade de vida, na saúde, na economia e no desenvolvimento sustentável da cidade.

Dentro dessa narrativa abordada, os municípios devem proporcionar um espaço urbano no qual os aspectos socioculturais sejam atendidos no presente e em um futuro programado definido pelo plano diretor. Nessa mesma linha de raciocínio sobre planejamento urbano, Duarte (p. 22, 2011) define: “como o conjunto de medidas tomadas para que sejam atingidos os objetivos desejados, tendo em vista os recursos disponíveis e os fatores externos que podem influir nesse processo”. Esse estudo sobre a ineficiência do planejamento urbano em Bacabal e sua mobilidade urbana não se limita apenas a um contexto local. Bacabal não está sozinha na luta pela mobilidade

urbana; as grandes capitais também enfrentam problemas semelhantes. Não é apenas um trabalho acadêmico, mas uma inspiração para impactar diretamente a vida dos habitantes e servir como exemplo para outras cidades que buscam enfrentar os desafios do crescimento urbano desordenado, garantindo uma mobilidade eficiente e um ambiente urbano mais sustentável.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar, compreender e documentar os principais problemas e desafios enfrentados pela população da cidade no que se refere gestão do espaço urbano (planejamento urbano), visando na mobilidade urbana. Por meio desse estudo será apresentado uma visão da situação atual, destacando as principais áreas com problemas que requerem atenção imediata e propondo soluções e estratégias que visam melhorar a eficiência do planejamento urbano e, conseqüentemente, a mobilidade urbana, contribuindo assim para quem utiliza as vias da cidade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar e mapear os principais problemas de mobilidade urbana enfrentados pela população de Bacabal, incluindo congestionamentos e falta de infraestrutura adequada.
- Avaliar o atual planejamento urbano, analisando o plano diretor e medidas previstas para o futuro.
- Analisar o impacto da ineficiência do planejamento urbano na saúde e no bem-estar dos utilizadores das vias públicas da cidade de Bacabal.
- Propor alternativas e soluções cabíveis para melhorar a mobilidade urbana, com foco em estratégias de planejamento urbano eficiente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No capítulo I da Lei 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), fala-se que cabe às políticas urbanas das cidades a disponibilidade de infraestrutura urbana adequada, transportes e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população. Vemos que, no local de estudo, não temos o básico que seria infraestruturas das vias e há ausência de transporte público coletivo. Portanto, isso tem impacto direto na mobilidade urbana, devido à consequência de mais veículos circulando nas vias. Com a implementação do transporte coletivo, além de ser um serviço fundamental para as necessidades básicas do cidadão, diminuiria o número de veículos circulando nas vias.

Segundo Vaccari e Fanini (2016), define-se mobilidade como: “um atributo associado às pessoas e atores econômicos no meio urbano que, de diferentes formas, buscam atender e suprir suas necessidades de deslocamento para a realização das atividades cotidianas como: trabalho, educação, saúde, lazer, cultura etc”.

A necessidade de uma boa infraestrutura para mobilidade urbana é reforçada pelo Ministério das Cidades (2007): “um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano”. Essa facilidade de deslocamentos está intrínseca de todas as maneiras, seja através de veículos motorizados nas vias, veículos não motorizados como bicicletas e também o deslocamento de pedestres. Com isso, podemos afirmar que a questão de mobilidade urbana é um problema muito mais abrangente, que envolve diretamente a qualidade de vida de quem faz a utilização da infraestrutura urbana.

Em Bacabal, temos mais um outro agravante que é o plano diretor da cidade, que não define padrões para infraestrutura urbana, desde zoneamentos, quanto como controlar e fiscalizar o trânsito da cidade. Ao fazer uma pesquisa in loco no centro de Bacabal, constata-se a falta de padronização das calçadas, que são infraestruturas fundamentais para a população se deslocar a pé, causando grande desconforto e insegurança para quem faz a sua utilização.

Segundo o relatório da Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (Abramet, 2024), os motociclistas, junto com os ciclistas e os pedestres, correspondem por 76% dos casos de acidentes no Brasil. Isso retrata a ineficiência e

insegurança dos deslocamentos nas cidades, muitas vezes pela ausência de infraestrutura adequada como pela falta de campanhas educacionais ao trânsito.

Além dos desafios mencionados, a cidade de Bacabal enfrenta outro agravante: as fortes chuvas recorrentes ao longo dos anos. A falta de um sistema de drenagem eficiente resulta em alagamentos frequentes das ruas, especialmente em locais como as Ruas Frederico Lêda, Teixeira de Freitas e Osvaldo Cruz, podendo ser observados na figura 2, além das vias próximas à Caixa Econômica Federal (CEF) e ao Serviço Social da Indústria (SESI).

Figura 2 – Rua Osvaldo Cruz alagada após chuva.



Fonte: Jornal Local, 2023.

Esses alagamentos comprometem ainda mais a mobilidade urbana, dificultando o tráfego de veículos e o deslocamento de pedestres, e evidenciam a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura para lidar com os impactos das chuvas na cidade.

2.1 Planejamento Urbano

De acordo com Cardoso (2010, apud Henz et al., 2016), o planejamento urbano envolve a concepção, criação e desenvolvimento de soluções para melhorar ou revitalizar aspectos específicos de uma área urbana existente ou planejar uma nova área urbana em uma determinada região. O objetivo principal é proporcionar uma melhoria na qualidade de vida dos habitantes.

Embora o objetivo do planejamento urbano seja proporcionar uma melhoria na qualidade de vida, essa não é a realidade observada atualmente no Brasil. O país passou por um processo de urbanização acelerada, onde a infraestrutura das cidades não acompanhou esse crescimento, resultando em uma carência de serviços básicos essenciais.

Esse cenário também se reflete na parte técnica, que será abordada posteriormente, como a qualidade das vias de rolamento, sistemas de microdrenagem, meios-fios, sarjetas e calçadas, que muitas vezes apresentam ausência ou falta de infraestrutura adequada.

Tudo isso deveria ser regulamentado pelo plano diretor. No entanto, percebe-se que muitas vezes esses planos são elaborados de forma generalista, apenas para cumprir uma exigência legal, sem atender às necessidades específicas e peculiaridades de cada cidade. Além disso, em muitos casos, sequer existe um plano diretor devidamente implementado.

A falta de um planejamento urbano eficaz tem sérias consequências para a população. Sem um plano diretor bem estruturado, as cidades enfrentam problemas como a falta de saneamento básico, transporte público ineficiente, áreas verdes insuficientes, e ausência de espaços de lazer. A infraestrutura deficitária também contribui para a proliferação de áreas de risco, aumentando a vulnerabilidade dos moradores a desastres naturais, como enchentes e deslizamentos de terra.

Além disso, a precariedade nas vias de rolamento e nos sistemas de microdrenagem, como meio-fio, sarjetas e calçadas, impacta diretamente a mobilidade urbana e a segurança dos pedestres e motoristas. A ausência de rigor técnico na construção e manutenção desses elementos pode levar a acidentes e dificultar a circulação, prejudicando a qualidade de vida dos habitantes.

2.2 Drenagem urbana

Segundo TUCCI (1995), "O processo de drenagem urbana consiste em produzir mecanismos de administração de serviços básicos de uma sociedade urbana, relacionados ao escoamento das águas pluviais, dos rios e riachos em áreas urbanas". O planejamento urbano adequado da drenagem envolve a utilização de sistemas que se dividem em microdrenagem e macrodrenagem.

Figura 3: Sistema de Drenagem de águas pluviais.



Fonte: Aguiar (2017).

Na cidade de Bacabal, predominam os sistemas de microdrenagem. A microdrenagem é composta por elementos como meio-fio, sarjetas, sarjetões, bocas de lobo, galerias e poços de visita. De acordo com Tucci (2004), os meios-fios são estruturas com blocos de concreto ou pedra colocados entre o passeio e a via pública, com a superfície superior nivelada com o passeio e formando uma faixa paralela ao eixo da via pública.

Figura 4: Meio-fio pré-moldado.



Fonte: Concrebet(2021).

Essas águas são então conduzidas pelas sarjetas até as bocas de lobo e, posteriormente, para as galerias. Todos esses elementos são conectados por tubulações subterrâneas, com manutenção realizada através dos poços de visitas.

Figura 5: Exemplo de Sarjeta e de boca de lobo.



Fonte: Ebanataw (2019).

No cenário atual de Bacabal, observa-se a falta de manutenção desse sistema, com bocas de lobo entupidas, galerias subdimensionadas e meio-fios parcialmente danificados, muitas vezes devido à ação dos veículos nas vias.

Figura 6: Exemplo de Sarjeta e meio fio com ausência de manutenção.



Fonte: Autor (2024).

Figura 7: Exemplo de sistema de microdrenagem danificado.



Fonte: Autor (2024).

Esse descuido da administração pública em relação ao sistema de drenagem da cidade, aliado à urbanização desenfreada e à construção de loteamentos sem estudos ambientais e de drenagem adequados, contribui para a impermeabilização do solo e para a obstrução do curso natural das águas, causando sérias complicações hidrológicas, como afirmam Queirós et al. (2003).

Figura 8: Exemplo de boca de lobo entupida.



Fonte: Autor (2024).

Por conta dos problemas citados acima em relação à drenagem urbana na cidade, que ocasionam diversos alagamentos, há sérias consequências para a mobilidade urbana. As ruas inundadas dificultam ou mesmo impossibilitam o tráfego de veículos, causando congestionamentos e atrasos nas viagens. Além disso, os pedestres enfrentam dificuldades para se locomover, aumentando os riscos de acidentes.

Uma solução viável a curto prazo seria a manutenção e revitalização do sistema de microdrenagem da cidade, além de campanhas de conscientização para que a população não descarte lixo nas ruas, principal causa de obstrução desses sistemas. Já a longo prazo, seria necessário construir novas galerias, bueiros e bocas de lobo e implementar um sistema de pavimentação impermeável nos principais pontos críticos da cidade.

2.3 Manutenção dos sistemas de drenagem

A manutenção dos sistemas de drenagem urbana é de vital importância e deve ser realizada de maneira regular e contínua. Esses sistemas são essenciais para garantir que a água da chuva seja adequadamente escoada, prevenindo inundações e alagamentos que podem causar danos significativos à infraestrutura e à propriedade, além de representar riscos à saúde pública.

2.3.1 Fatores que contribuem para a obstrução

Tanto o vento quanto a chuva são agentes naturais que podem contribuir para a obstrução dos sistemas de drenagem. O vento pode carregar diversos tipos de detritos, como lixo, plásticos e outros materiais leves, para dentro dos bueiros e canais de drenagem.

Vale realçar que a chuva, por sua vez, pode arrastar pedaços de vegetação, como galhos, folhas e até mesmo sedimentos, que se acumulam nos sistemas de escoamento. Além disso, o crescimento de mato e outras plantas dentro ou ao redor das estruturas de drenagem pode dificultar o fluxo de água, exacerbando os problemas de entupimento.

2.3.2 Classificação dos tipos de manutenções

De acordo com o Manual de Águas Pluviais da Prefeitura de São Paulo (2012), a manutenção dos sistemas de drenagem é dividida em três tipos principais: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva. Cada um desses tipos desempenha um papel crucial na garantia da funcionalidade e eficiência dos sistemas de escoamento de água da cidade, contribuindo para a prevenção de inundações e a preservação da infraestrutura urbana.

2.3.2.1 *Manutenção Corretiva*

A manutenção corretiva é realizada após a identificação de problemas ou falhas nos sistemas de drenagem. Este tipo de manutenção é reativa, sendo acionada

quando já há sinais de obstrução, danos ou mau funcionamento. O objetivo é corrigir imediatamente os problemas para restabelecer a operacionalidade dos sistemas de drenagem. Exemplos de manutenção corretiva incluem a desobstrução de bueiros entupidos, a reparação de canais danificados e a remoção de detritos que estejam bloqueando o fluxo de água. Embora necessária, a manutenção corretiva pode ser mais onerosa e causar transtornos, já que muitas vezes é realizada em situações de emergência.

2.3.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, por outro lado, é uma abordagem proativa, focada na realização de intervenções regulares para evitar que problemas surjam. Este tipo de manutenção inclui a inspeção periódica dos sistemas de drenagem, a limpeza regular dos bueiros e canais, e a remoção de detritos e vegetação que possam causar obstruções. A manutenção preventiva é essencial para garantir que os sistemas de drenagem funcionem de maneira eficaz durante todo o ano, minimizando o risco de inundações e danos estruturais. Esta abordagem ajuda a prolongar a vida útil dos componentes do sistema de drenagem e a reduzir os custos associados a reparos emergenciais.

2.3.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva combina tecnologia e monitoramento contínuo para prever e identificar potenciais problemas antes que eles se manifestem. Utilizando ferramentas avançadas, como sensores, sistemas de monitoramento remoto e análise de dados, a manutenção preditiva permite a detecção antecipada de sinais de desgaste ou obstrução nos sistemas de drenagem.

Com essas informações, é possível planejar intervenções de manutenção de forma mais precisa e eficiente, evitando falhas inesperadas e otimizando os recursos disponíveis. A manutenção preditiva é uma abordagem inovadora que contribui para a gestão inteligente dos sistemas de drenagem, promovendo a sustentabilidade e a eficiência operacional.

2.4 Plano Diretor

Segundo o professor Flávio Villaça (1999, p. 238 apud VIDAL, 2019) define-se plano diretor como:

Um plano que, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentaria um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal.

A cidade de Bacabal, no estado do Maranhão, enfrenta desafios típicos do crescimento urbano desordenado, comum em muitas cidades brasileiras. Com a expansão acelerada, a urbanização de Bacabal tem exercido grande pressão sobre a infraestrutura local, evidenciando a necessidade de um planejamento urbano eficaz e sustentável. Nesse contexto, o Plano Diretor se destaca como um instrumento essencial de política urbana, necessário para orientar o desenvolvimento da cidade de maneira organizada e inclusiva.

O Estatuto da Cidade, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, proporciona um suporte jurídico fundamental, reforçando o papel do Plano Diretor na gestão urbana. Este estatuto sublinha a importância da participação democrática na formulação, gestão e controle das políticas urbanas, assegurando que o desenvolvimento urbano atenda às necessidades da população e respeite princípios de justiça social e sustentabilidade ambiental.

Ainda assim, o Plano Diretor de Bacabal, que foi elaborado há quase vinte anos, não atende às necessidades atuais da cidade. A população e o desenvolvimento econômico de Bacabal mudaram muito desde 2006. No entanto, o Plano Diretor não foi modificado para refletir essas mudanças. A falta de revisões regulares e a participação insuficiente da comunidade na elaboração do plano resultaram em diretrizes de uso do solo inadequadas, que têm causado vários problemas urbanos.

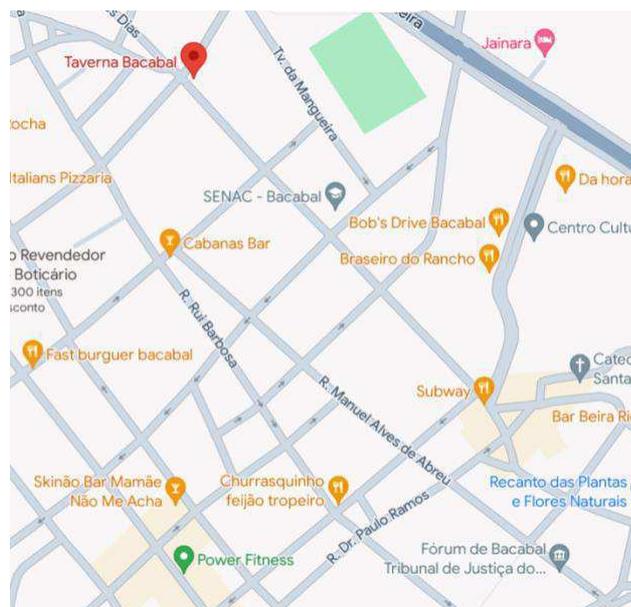
2.4.1 Uso do solo e zoneamento

A organização espacial das cidades e a qualidade de vida das pessoas são diretamente impactadas pelo uso do solo e pelo zoneamento urbano, dois componentes essenciais do planejamento urbano. Em Bacabal, o planejamento urbano ineficiente, demonstrado por um Plano Diretor falho de 2006, tem vários efeitos negativos na convivência comunitária e na mobilidade urbana.

O uso inadequado do solo em Bacabal mostra a falta de zoneamento urbano adequado. O uso desordenado do solo pode causar conflitos e prejudicar a vida urbana, como demonstram locais como a casa de show “Taverna” em uma área residencial e as operações da AmBev e da Distribuidora Medeiros em bairros residenciais.

- **Perturbação da Qualidade de Vida:** A presença da casa de show “Taverna” no centro residencial gera poluição sonora, afetando diretamente o sono e a qualidade de vida dos moradores. Este é um exemplo clássico de como o uso inadequado do solo pode causar problemas de convivência e saúde pública.

Figura 9: Localização da casa de show Taverna em local residencial.

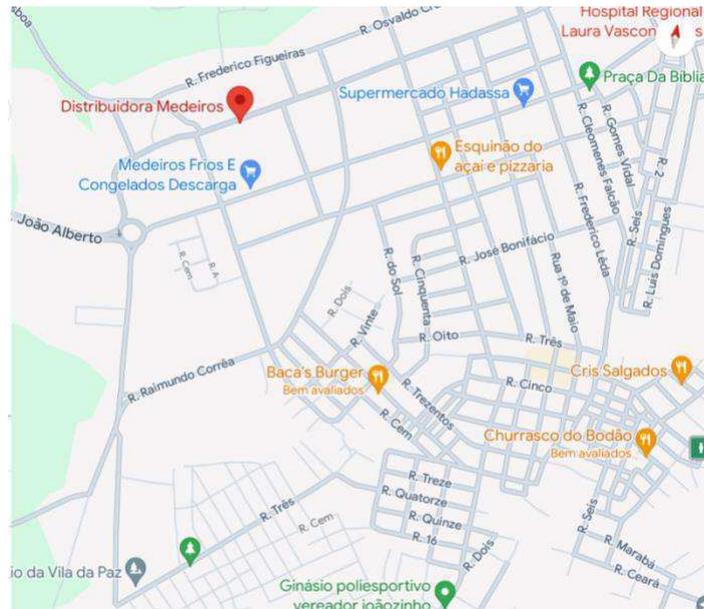


Fonte: Google Maps (2024).

- **Conflitos de Uso:** As atividades industriais como a AmBev e a Distribuidora Medeiros estão localizadas em bairros residenciais, o que aumenta o tráfego

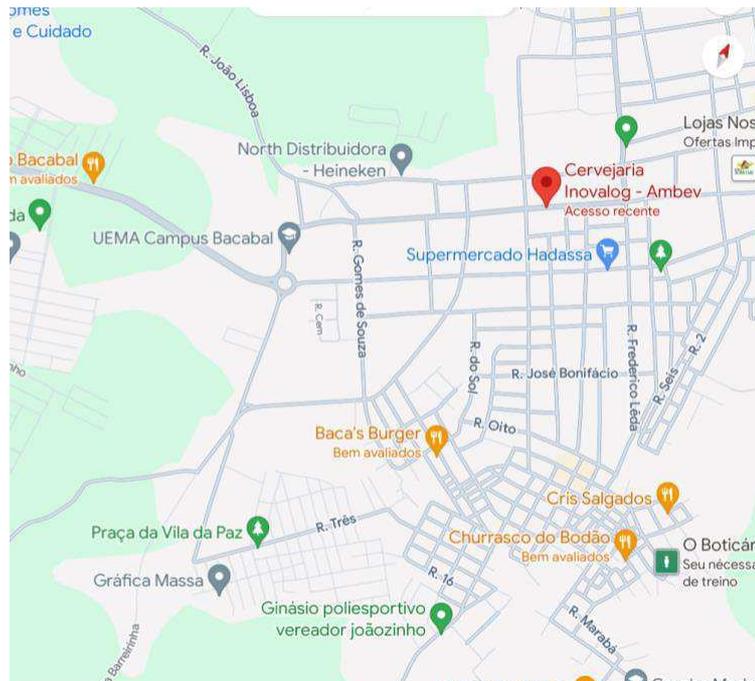
de veículos pesados e causa poluição. Isso afeta a segurança e a tranquilidade dos residentes.

Figura 10: Localização da Distribuidora Medeiros em zona residencial.



Fonte: Google Maps (2024).

Figura 11: Localização do centro de distribuidora da AmBev em zona residencial.



Fonte: Google Maps (2024).

2.4.2 Consequências na mobilidade urbana

A mobilidade urbana em Bacabal é prejudicada por vários fatores devido à falta de zoneamento urbano adequado. A presença de atividades comerciais e industriais em áreas residenciais aumenta o tráfego de veículos pesados em vias não projetadas para esse fim, causando congestionamentos e danos à infraestrutura viária. Além disso, a distribuição desorganizada das atividades urbanas dificulta o acesso a serviços essenciais, como escolas, hospitais e centros comerciais, obrigando as pessoas a fazer deslocamentos mais longos e difíceis.

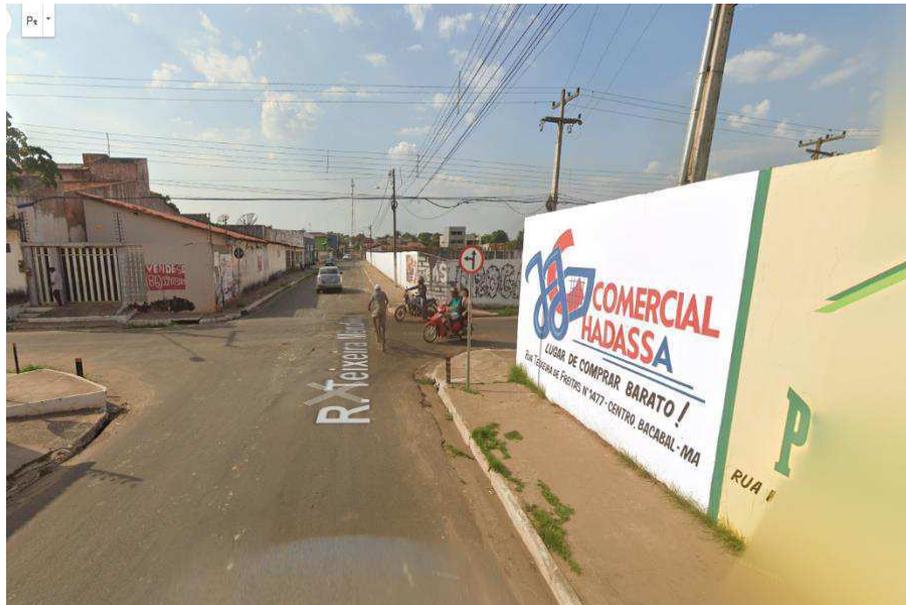
Além disso, temos o exemplo da utilização da Avenida João Alberto para atividades esportivas e de exercícios. É claro que a falta de espaços de lazer adequados pode afetar a mobilidade urbana. Além de forçar os motoristas a usar rotas alternativas ou fazer uso parcial da via, causa um aumento no tráfego e prejudica a mobilidade urbana na área.

O zoneamento inadequado causa disparidades na distribuição dos serviços urbanos, com áreas cheias de atividades e outras sem infraestrutura. A convivência de atividades incompatíveis, como residências próximas a locais de entretenimento ou industriais, reduz a segurança e o conforto dos moradores e prejudica a percepção de segurança e bem-estar na cidade.

2.5 Congestionamentos e acidentes

Devido à ausência de fiscalização por parte dos agentes de trânsito, o caos nas vias é agravado, aumentando a sensação de insegurança e o desrespeito às normas de trânsito. Essa falta de cumprimento das leis de trânsito, aliada à escassez de sinalizações adequadas, é um grave problema, principalmente considerando a cultura arraigada de não ter habilitação na cidade. Isso tem contribuído para o aumento de acidentes graves, especialmente no cruzamento da Teixeira de Mendes com Osvaldo Cruz, como a figura a seguir.

Figura 12: Foto da Rua Teixeira Mendes com a Rua Osvaldo Cruz.



Fonte: Google Maps (2024).

Figura 13: Foto da Rua Osvaldo Cruz com a Rua Teixeira Mendes.



Fonte: Google Maps (2024).

Aliado a escassez de campanhas educacionais sobre trânsito também é uma preocupação, refletindo na cultura local, onde o uso de capacetes e o cumprimento das regras de trânsito são frequentemente negligenciados. Isso não apenas aumenta o risco de acidentes, mas também contribui para a desordem nas vias e prejudica a convivência urbana.

Diante desses desafios, é fundamental adotar medidas urgentes para melhorar o planejamento urbano de Bacabal. Investimentos em infraestrutura, transporte público, drenagem e fiscalização são essenciais para promover uma cidade mais segura, sustentável e com qualidade de vida para seus habitantes. Paralelamente, é necessário implementar campanhas educacionais para fomentar uma cultura de respeito às normas de trânsito e garantir uma convivência harmoniosa nas vias da cidade.

Congestionamento na engenharia de tráfego se refere à situação em que há um excesso de veículos em uma via ou rede de transporte, resultando em um fluxo lento ou interrompido. Esse fenômeno é caracterizado pela redução da velocidade média dos veículos, aumento do tempo de viagem e diminuição da eficiência do sistema de transporte.

2.5.1 Mapeamento dos pontos críticos de mobilidade urbana de Bacabal

No desenvolvimento deste trabalho, foi realizado um estudo detalhado e um levantamento in loco, além de pesquisas com os residentes da cidade, conforme pode ser visto no Apêndice 2. O objetivo era identificar e analisar locais importantes onde o trânsito causa congestionamentos, acidentes ou está extremamente conturbado.

As ruas escolhidas para o estudo foram a Estrada da Bela Vista, a Rua Frederico Lêda e a Rua Osvaldo Cruz. Vale destacar que a pesquisa incluiu uma revisão bibliográfica e entrevistas com moradores dessas ruas. Posteriormente, a Rua Frederico Lêda foi selecionada para a realização de um levantamento quantitativo de veículos durante os horários de pico.

Desse modo foram escolhidos os seguintes trechos considerando a importância da mobilidade urbana, onde o tráfego intenso e os congestionamentos são desafios comuns. As ruas selecionadas são fundamentais para conectar áreas residenciais a centros educacionais, comerciais e de lazer. Devido à sua relevância estratégica, o fluxo de veículos nessas vias é significativamente alto, especialmente durante os horários de pico.

2.5.1.1 Estrada da Bela Vista

A cidade de Bacabal, no Maranhão, depende da Estrada da Bela Vista para conectar e escoar vários bairros populares, como Terra do Sol, Residencial José Lisboa, Mutirão, Vila Pedro Dias e Parque Santa Clara. Esta estrada é mais do que apenas uma rota de passagem; é também um centro comercial vibrante que abriga uma variedade de empresas que atendem às necessidades diárias dos residentes. A Estrada da Bela Vista é um local popular para compras e serviços na área, com supermercados, mercearias, frutarias, açougues e lojas de autopeças e móveis.

Mas a importância da Estrada da Bela Vista também revela muitos problemas no planejamento urbano de Bacabal. A via tem registrado um aumento significativo no número de acidentes e congestionamentos nos últimos anos, especialmente nos horários de pico. A única maneira de chegar diretamente aos bairros adjacentes é pela Estrada da Bela Vista, o que agrava esse problema e leva a uma concentração excessiva de veículos que supera a capacidade da infraestrutura existente.

Os congestionamentos e acidentes frequentes não são apenas inconvenientes; eles também colocam a segurança e a qualidade de vida dos residentes em risco. Como não há outras opções de condução, todos os motoristas são obrigados a usar a Estrada da Bela Vista, aumentando a pressão sobre a via e agravando os problemas de tráfego.

Além disso, com o aumento da população e do número de veículos, a infraestrutura viária não está sendo expandida e modernizada suficientemente, resultando em estresse e insegurança para os motoristas.

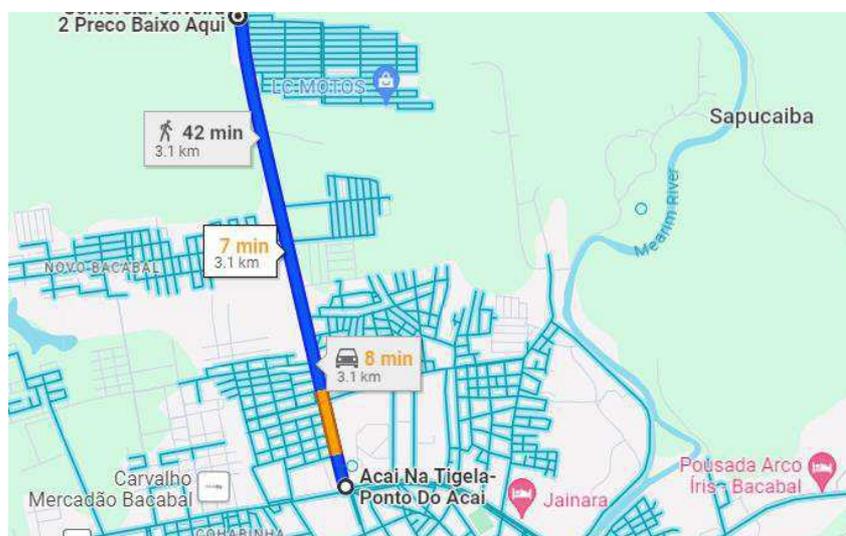
O congestionamento de acesso à Estrada da Bela Vista é principalmente resultado da necessidade das pessoas que vivem nos bairros periféricos de se deslocarem para o centro da cidade, onde a maioria dos serviços e empregos importantes estão localizados. A centralização das atividades administrativas e comerciais no centro de Bacabal obriga os residentes dos bairros a usar a Estrada da Bela Vista como caminho principal, aumentando o fluxo de veículos em horários de pico.

Para resolver esses problemas, os gestores municipais deveriam fazer várias coisas. Primeiro, deve ser atualizado o Plano Diretor da cidade. Isso inclui

estudos de viabilidade para novas vias alternativas que possam diminuir a carga sobre a Estrada da Bela Vista.

Além disso, é possível reduzir os congestionamentos por meio de melhorias na gestão do tráfego, como a instalação de semáforos inteligentes e a criação de faixas exclusivas para alguns tipos de veículos. Bem como a ampliação e modernização da Estrada da Bela Vista, incluindo a construção de novas pistas e melhorias na sinalização e pavimentação, seria uma solução viável. Essas medidas aumentariam a fluidez do tráfego.

Figura 14: Trecho da estrada da Bela Vista do Ponto de início dela próximo a farmácia Pag Menos até o bairro Terra do Sol.



Fonte: Google Maps (2024).

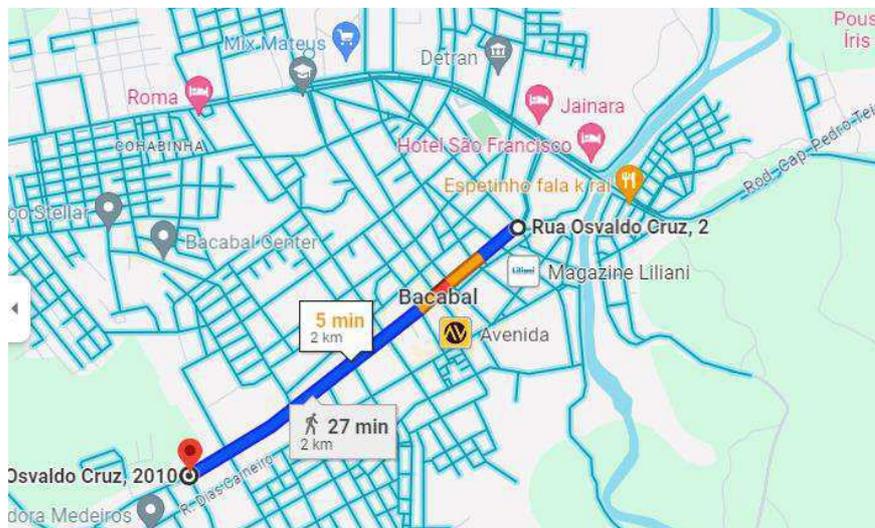
2.5.1.2 Rua Osvaldo Cruz

A Rua Osvaldo Cruz, em Bacabal, é uma importante via urbana que contribui significativamente para o funcionamento da cidade. Ela se destaca por abrigar um centro comercial extenso de mais de dois quilômetros que conecta o centro cultural de Bacabal aos bairros próximos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Esta via conta com a presença da agência da CEF, que é um ponto de grande movimentação devido aos serviços bancários, sociais e de programas governamentais que oferece. A Rua Osvaldo Cruz é um ponto de convergência regional, pois pessoas de Bacabal e de cidades vizinhas passam por lá.

Apesar de sua relevância social e econômica, a Rua Osvaldo Cruz enfrenta grandes questões de segurança viária. O cruzamento com a Rua Teixeira de Mendes é particularmente problemático, pois ocorrem acidentes com frequência. Uma das principais causas desses incidentes é a imprudência dos motoristas e motociclistas, muitas vezes associada à falta da Carteira Nacional de Habilitação (CNH).

Além disso, a falta de fiscalização e sinalização inadequada aumentam o risco na via. A situação na Rua Osvaldo Cruz requer intervenções imediatas para melhorar a segurança e a fluidez do tráfego. A adoção de sinalizações adequadas, fiscalização mais rigorosa e campanhas de conscientização sobre a CNH podem reduzir significativamente o número de acidentes, aumentando a segurança de todos.

Figura 15: Trecho da rua Osvaldo Cruz do início dela com a Gonçalves Dias até o final dela com Raimundo Corrêa.



Fonte: Google Maps (2024).

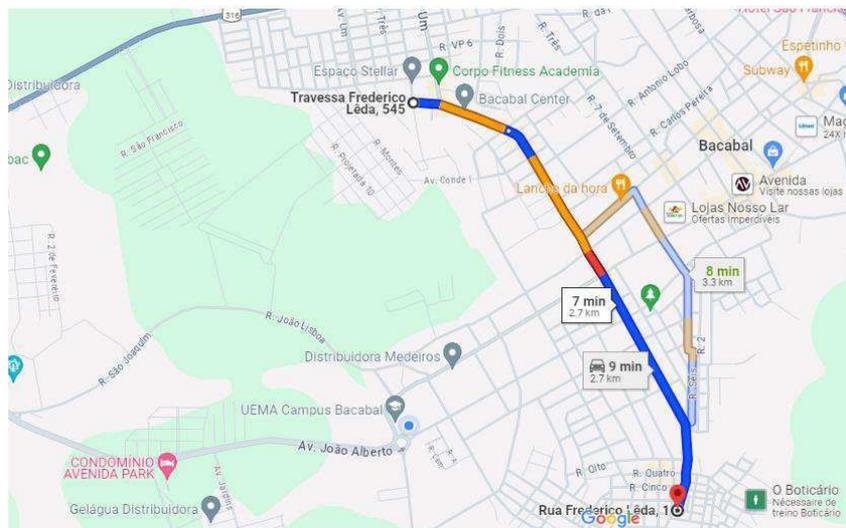
2.5.1.3 Rua Frederico Lêda

A Rua Frederico Lêda em Bacabal, é uma via crucial para a mobilidade urbana da cidade. Ela facilita o deslocamento dos residentes e a circulação de mercadorias e serviços conectando vários bairros densamente povoados, como Vila São João, Bairro da Esperança, Ramal e COHAB. A economia local é impulsionada por uma variedade de lojas ao longo da rua.

Além disso, a importância dessa via é reforçada pela presença do Bacabal Center, um importante centro de entretenimento, e de uma das principais academias da cidade. Como também é conexão indireta da Rua Frederico Lêda com a BR-316 torna sua importância ainda maior, pois facilita o trânsito de longa distância e conecta Bacabal a outras áreas.

A Rua Frederico Lêda abriga a principal creche pública da cidade, a Plimplim, que se cruza com a Rua Osvaldo Cruz, e desempenha um papel importante na infraestrutura educacional da cidade. Durante os horários de pico, quando pais e responsáveis levam as crianças para buscar, este cruzamento é um ponto crucial para o trânsito. A área também enfrenta problemas de mobilidade durante a noite, especialmente nas proximidades do Bacabal Center, onde o estacionamento em ambos os lados da via restringe drasticamente o tráfego.

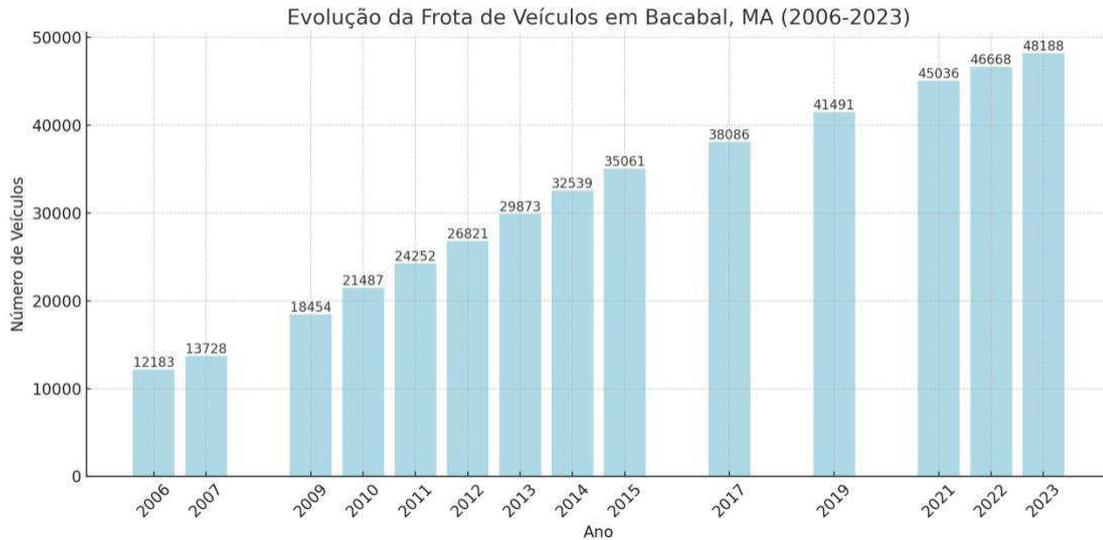
Figura 16: Trecho da rua Frederico Lêda do início dela com a Rua 5 até o final dela após Justiça Federal.



Fonte: Google Maps (2024).

2.5.2 Frota de veículos de Bacabal - MA

O aumento significativo no número de veículos, de acordo com os dados do IBGE, reflete uma realidade preocupante: entre 2006, quando havia 12.183 veículos, e o último levantamento de 2023, que registrou 48.188 veículos, houve um crescimento expressivo do tráfego, como podemos observar no gráfico abaixo.

Gráfico 1: Gráfico de evolução de frota de veículos de Bacabal – MA.

Fonte: IBGE, adaptado pelo Autor 2024.

No entanto, esse crescimento não foi acompanhado pelo desenvolvimento adequado da infraestrutura viária e das calçadas. Em muitos casos, nem mesmo há calçadas disponíveis, e quando existem, frequentemente estão em situações precárias. A falta de uma readequação no mapa das ruas e o baixo investimento em expansão das vias públicas contribuíram para a saturação das ruas existentes.

O aumento expressivo no número de condutores e veículos em nossa cidade é uma realidade preocupante. Uma parcela significativa desses condutores não possui habilitação para dirigir, algo que infelizmente é comum em nossa cultura, onde a posse de Carteira Nacional de Habilitação (CNH) não é valorizada como deveria. Além disso, há uma falta generalizada de respeito às normas de trânsito, incluindo a não utilização de capacetes pelos passageiros em motocicletas.

Como ainda a situação se agrava pela ineficiência na atuação da guarda municipal de trânsito e pela deficiente infraestrutura viária. Muitas vezes, as ruas carecem de sinalização adequada, pois nota-se vias de rolamento sem demarcação e escassez de placas indicativas.

Esses problemas se refletem principalmente no percurso da rua Teixeira Mendes com Osvaldo Cruz, onde acidentes ocorrem com frequência devido à falta de organização no tráfego.

2.6 Impactos socioeconômicos

Os problemas de trânsito e a ausência de infraestrutura urbana adequada têm impactos profundos e abrangentes na saúde, na qualidade de vida da população e na economia das cidades. Esses desafios são interligados e afetam diversas dimensões do cotidiano urbano.

2.6.1 Impactos na economia

Os efeitos desses problemas na economia são significativos e variados. Os congestionamentos prolongados fazem com que as pessoas e as empresas percam tempo, o que reduz a produtividade e aumenta os custos operacionais. A economia local e os orçamentos das famílias são afetados negativamente pela manutenção de veículos danificados por vias esburacadas.

Além disso, a infraestrutura urbana insuficiente pode impedir novos investimentos e crescimento econômico, pois as empresas tendem a evitar áreas com problemas graves de infraestrutura e trânsito. Isso limita o crescimento econômico e a criação de empregos na região.

2.6.2 Impactos na saúde

A qualidade do ar é prejudicada por engarrafamentos frequentes e por um planejamento urbano deficiente, o que tem impactos diretos na saúde pública. A emissão de substâncias poluentes por veículos contribui para o aumento de doenças respiratórias, como asma e bronquite, podendo agravar condições de saúde já existentes.

Além disso, a exposição prolongada à poluição está associada a problemas cardíacos e a doenças cancerígenas relacionadas à poluição. Os acidentes de trânsito, mais comuns em locais com infraestrutura inadequada, provocam não só ferimentos graves e mortes, mas também um impacto psicológico considerável, afetando a saúde mental das vítimas e de suas famílias. Estudos de Mossa (2022)

mostram que a melhoria da infraestrutura de transporte e a promoção de opções de transporte mais sustentáveis podem melhorar a saúde e o bem-estar da população.

2.6.3 Impactos na qualidade de vida

A má qualidade da infraestrutura urbana tem um impacto significativo na qualidade de vida da população. A ausência de calçadas e as ruas cheias de buracos dificultam a locomoção de pedestres e ciclistas, tornando o dia a dia mais desafiador e arriscado, especialmente para grupos vulneráveis como idosos, pessoas com deficiência e famílias com crianças pequenas.

O congestionamento frequente e as estradas precárias comprometem o conforto e a segurança das viagens, gerando mais estresse e minando o bem-estar geral. Adicionalmente, a falta de espaços de lazer e convívio, como ciclovias e parques, limita as oportunidades de diversão e interação social, o que pode resultar em menor participação comunitária e numa atmosfera urbana menos animada.

2.7 Impactos ambientais

Em várias cidades brasileiras, os problemas ambientais foram causados pela ineficiência do planejamento urbano e pela mobilidade urbana. Bacabal, no Maranhão, não é um caso único. Um plano diretor ineficiente e uma infraestrutura de trânsito ineficaz são algumas das questões que a cidade enfrenta. Um dos problemas mais notáveis causados pelo tráfego intenso e congestionado é a poluição do ar. As emissões de gases poluentes como monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e material particulado (PM) aumentam como resultado de urbanização desorganizada e falta de planejamento, como foi observado pelo Ministério do meio ambiente (2024) que esses gases são provenientes das queimas de combustíveis fósseis. Esses poluentes não só afetam a saúde pública, causando problemas respiratórios, mas também desempenham um papel importante na mudança climática.

Ineficientes sistemas de transporte aumentam o uso de combustíveis fósseis, aumentando as emissões e aumentando a dependência de recursos não renováveis. Este fenômeno está diretamente relacionado à falta de planejamento urbano que promova alternativas de transporte mais sustentáveis, como transporte

público eficiente e infraestrutura para ciclistas e pedestres. A expansão urbana desordenada frequentemente resulta na perda de espaços verdes.

Além do mais como podemos ver em Martins (2012) que a diminuição da biodiversidade, a diminuição dos espaços de lazer e a deterioração da qualidade do ar e da água são os resultados dessa perda.

Para manter os ecossistemas urbanos saudáveis e diminuir esses impactos ambientais, é necessário modernizar o plano diretor. Isso inclui incentivar o uso de transporte público mais eficiente, estabelecer padrões de calçadas e ciclovias seguras e adotar políticas para preservar espaços verdes.

3 METODOLOGIA

Este estudo usou uma metodologia cuidadosamente planejada para examinar a ineficiência do planejamento urbano e seus efeitos na mobilidade urbana, especialmente na cidade de Bacabal. Para começar, fizemos uma pesquisa bibliográfica para conceituar e contextualizar o conteúdo discutido. Este passo foi fundamental para adquirir uma compreensão das bases teóricas e conceituais do planejamento urbano, mobilidade e seus impactos. Após esta base teórica, iniciamos uma pesquisa quali-quantitativa.

A metodologia quali-quantitativa, como o próprio nome sugere, busca integrar aspectos da pesquisa qualitativa, que se concentra em compreender os significados e contextos subjacentes, com elementos da pesquisa quantitativa, que se concentra em números e dados mensuráveis. Essa combinação nos permite não apenas quantificar o tráfego de veículos, mas também compreender as nuances e aspectos qualitativos do comportamento do trânsito.

Para conduzir esta investigação, começamos com um levantamento quantitativo no local dos veículos que passavam pelo cruzamento identificado. Essa etapa nos forneceu dados concretos sobre a quantidade de veículos, seus padrões de movimento e o fluxo de tráfego em diferentes momentos do dia. Essa metodologia de contagem foi a manual que permitem identificar e classificar o tipo de veículo que trafegam na via e quantificar por tipos, esse tipo de contagem é normatizado pelo manual do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

Além disso, a expansão da análise fez-se necessária para examinar a evolução do tráfego na região. Isso incluiu a pesquisa sobre a quantidade de frotas de veículos ao longo do tempo como foi abordado acima, permitindo-nos identificar tendências e padrões de crescimento.

Uma parte crucial desta pesquisa foi investigar a infraestrutura da cidade em relação ao aumento do número de veículos. Percebe-se que, embora o número de veículos tenha aumentado significativamente, a infraestrutura viária não acompanhou esse crescimento de maneira adequada. Essa disparidade entre a demanda crescente por mobilidade urbana e os recursos disponíveis destacou a necessidade urgente de políticas e investimentos voltados para melhorar a infraestrutura e promover soluções sustentáveis para os desafios do tráfego urbano.

Em resumo, a metodologia adotada nos permitiu não apenas quantificar o tráfego de veículos, mas também compreender suas complexidades e nuances, além de identificar questões importantes relacionadas à evolução do trânsito e à infraestrutura urbana. Essas descobertas fornecem insights valiosos para orientar futuras estratégias de gestão de tráfego e planejamento urbano.

3.1 Softwares utilizados

No desenvolvimento deste trabalho acadêmico, foi-se necessário fazer a utilização de diversos softwares para apoiar e aprimorar nossa metodologia de pesquisa. Essas ferramentas tecnológicas foram fundamentais para a execução e o sucesso do estudo, proporcionando maior precisão nos dados e eficiência nos processos de coleta e análise.

3.1.1 Google Earth Pro

O Google Earth Pro foi utilizado para realizar a geolocalização precisa do trecho estudado. Através deste software, foi possível obter coordenadas exatas, visualizar imagens de satélite atualizadas e mapear com precisão a área de interesse.

3.1.2 Thing Counter

Para o estudo de tráfego, utilizou-se o aplicativo Thing Counter, disponível para dispositivos Android. Este aplicativo auxiliou na contagem de veículos, proporcionando uma interface intuitiva e eficiente para registrar dados em campo, garantindo a obtenção de informações precisas e relevantes. Esse programa foi essencial para a qualidade da pesquisa, fornecendo ferramentas tecnológicas que aumentaram a precisão dos dados e a eficiência dos processos de coleta e análise.

3.1.3 Microsoft Excel

O Microsoft Excel teve grande importância na execução deste trabalho, especialmente na organização e análise dos dados obtidos na contagem de veículos realizada com o Thing Counter. Foi utilizado o Excel para criar planilhas detalhadas e elaborar gráficos que representassem os resultados de forma clara e compreensível. Esta ferramenta foi essencial para a visualização dos dados e a elaboração de conclusões fundamentadas.

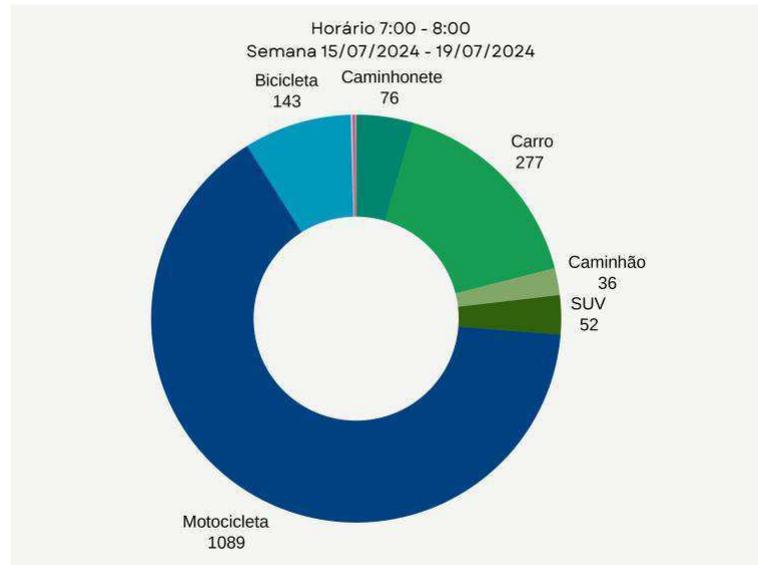
3.2 Estudo de tráfego

De acordo com o “Manual de Estudos de Tráfego” do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (Publicação IPR-723, 2006), define que a finalidade do estudo de tráfego é: “obter, através de métodos sistemáticos de coleta, dados relativos aos cinco elementos fundamentais do tráfego (motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente) e seu inter-relacionamento”.

A partir disso foi realizado de um levantamento quantitativo adaptado, com base no Manual do DNIT (2006), que foi realizado durante 5 dias (segunda-feira; terça-feira; quarta-feira; quinta-feira e sexta-feira) na Rua Frederico Lêda de coordenadas 4°14'09.4"S 44°47'10.4"W, durante o horário das 7:00 - 8:00 e das 17:30 – 18:30, durante a semana dos dias 15 a 19 de julho de 2024. Os resultados foram tabelados e podem ser vistos no Apêndice 1.

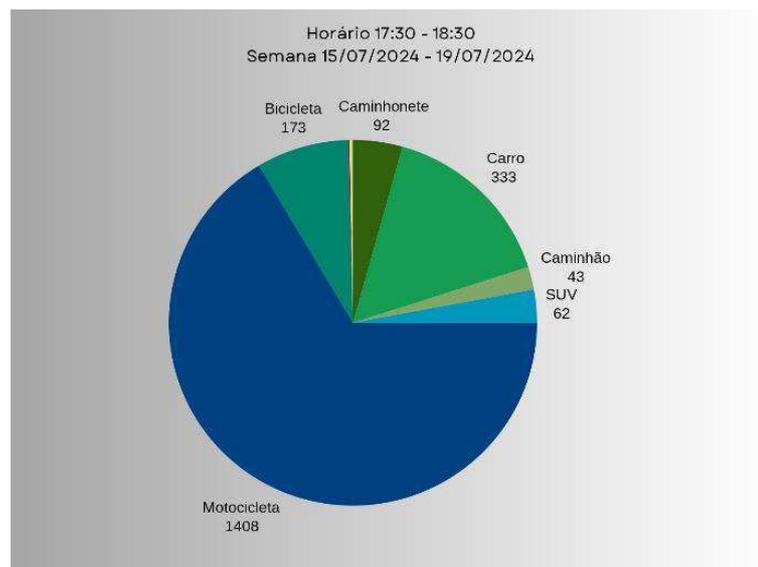
Com isso podemos fazer fluxo médio de veículos nos horários estudados. Podemos observar nos gráficos 2 e 3, que demonstra o quantitativo médio de cada horário estudado.

Gráfico 2: Gráfico de rosca do quantitativo médio de veículos que trafegam a Frederico Lêda no horário das 7:00 – 8:00.



Fonte: Autor (2024).

Gráfico 3: Gráfico de rosca do quantitativo médio de veículos que trafegam a Frederico Lêda no horário das 17:30 – 18:30.



Fonte: Autor (2024).

Além do mais a partir da Nota técnica 242 (NT), da Companhia de engenharia de tráfego – São Paulo (CET, 2016), afirmar que o fluxo da hora de pico seja por volta de 8% do volume diário de veículos que trafegam naquela via. Isso foi

deduzido através do estudo de veículos realizado pela CET (2016) em São Paulo, que afirma o seguinte: “Entre todas as amostras utilizadas, raríssimos foram os casos em que o volume na hora-pico correspondeu a 10% do volume total do dia”.

A partir disso podemos fazer o cálculo de veículos diários que trafegam nesse setor da Rua Frederico Lêda de coordenadas 4°14'09.4"S 44°47'10.4"W, tendo fator hora pico 2166 veículos no dia 18/07/2024 no horário das 17:30 – 18:30, fazendo uma regra de 3 simples, com 2166 sendo 8% do fluxo total diário, obtemos o seguinte resultado, apresentando um volume máximo diário de aproximadamente 27.076 veículos que trafegam nessa rua.

4. ENGENHARIA DE TRÁFEGO

A engenharia de tráfego é o campo de estudo e prática que se concentra na análise, planejamento, projeto e gestão eficazes da circulação de veículos em vias rodoviárias e urbanas. Considerando tanto o movimento dos veículos quanto sua interação com pedestres e outras atividades urbanas, seu objetivo principal é maximizar a eficiência, fluidez e segurança do tráfego. Além disso, isso inclui tomar medidas para reduzir o congestionamento, melhorar a segurança viária e incentivar o uso consciente do espaço público destinado à circulação, a fim de promover o desenvolvimento sustentável das cidades e melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Com isso vemos que as vias, os veículos e os usuários são os três componentes principais que são abordados na engenharia de tráfego. As vias incluem ruas, avenidas, calçadas e ciclovias, que servem como rotas para carros e pedestres. O tipo de veículo pode ser motorizado (por exemplo, carros, motos e ônibus) ou não motorizado (por exemplo, bicicletas e patinetes). Por último, mas não menos importante, os usuários são motoristas, ciclistas, pedestres e passageiros, todos com suas próprias necessidades e comportamentos no trânsito.

4.1 Vias

As ruas, avenidas e calçadas são as principais vias de circulação em Bacabal e desempenham um papel importante na mobilidade urbana. No entanto, a

cidade não tem muitas ciclovias; apenas duas existem na avenida do bairro Cohab e outra na avenida João Alberto. As ruas e avenidas de Bacabal servem como eixos centrais que conectam vários bairros e facilitam o trânsito de veículos e pedestres. As pessoas usam essas rotas para se deslocar para o trabalho, escolas, comércio e outros serviços essenciais. Além disso, as calçadas são essenciais para garantir que os pedestres tenham um espaço dedicado e seguro para caminhar.

4.1.1 Ruas e avenidas

Embora as ruas e avenidas de Bacabal sejam essenciais para a mobilidade urbana, elas enfrentam problemas significativos que afetam a experiência do trânsito e do usuário. A maioria das ruas de Bacabal tem asfalto irregular, com muitos remendos. Essa condição causa buracos nas ruas e trepidações nos veículos à circular pelas vias, um problema persistente na cidade. Um exemplo é o buraco na pista de rolamento e sarjetão na rua Teixeira de Freitas, próximo à Igreja Santana no bairro Ramal. Esse buraco é regularmente reparado, mas ainda persiste, causando problemas para os motoristas.

Bacabal tem poucas avenidas, tendo como destaque a avenida João Alberto e a avenida principal do bairro Cohab. As pistas de rolamento da Avenida João Alberto oferecem espaço suficiente para carros e conta com ciclovia para ciclistas. Mas, elas vêm sendo utilizadas diariamente para atividades como corrida, caminhada, trilha, patinação e passeios com pets. A interdição para prática de lazer, de um lado da avenida das 16 às 21 horas prejudica muito o trânsito e torna uma via bem planejada um ponto de congestionamento durante grande parte da noite.

4.1.2 Calçadas

As calçadas são um recurso vital para os pedestres. As calçadas são construídas e mantidas adequadamente para que as pessoas possam se deslocar com segurança e conforto. Elas devem ser largas o suficiente para permitir que os pedestres passem, sem obstáculos e com rampas para pessoas com mobilidade reduzida. A presença de calçadas arborizadas e bem iluminadas aumenta a segurança e o conforto dos usuários, estimulando o deslocamento a pé.

Além disso, a iluminação e a acessibilidade inadequadas afetam diretamente a qualidade de vida dos pedestres. Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora, NBR 9050 da Agência Brasileira de Normas Técnicas, ABNT (2020) estabelece acessibilidade como:

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 NBR 9050, 2020).

Diante disso, foram realizados levantamentos do cenário atual de Bacabal, onde foi constatado calçadas sem padrões e acessibilidades, onde em alguns casos mais graves, locais de grande fluxo de pedestre onde nem haviam calçadas. Os resultados mostraram que muitas das diretrizes estabelecidas pela NBR 9050 da ABNT, que visa garantir acessibilidade adequada a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, estão totalmente em desacordo com elas como podemos ver nas figuras a seguir:

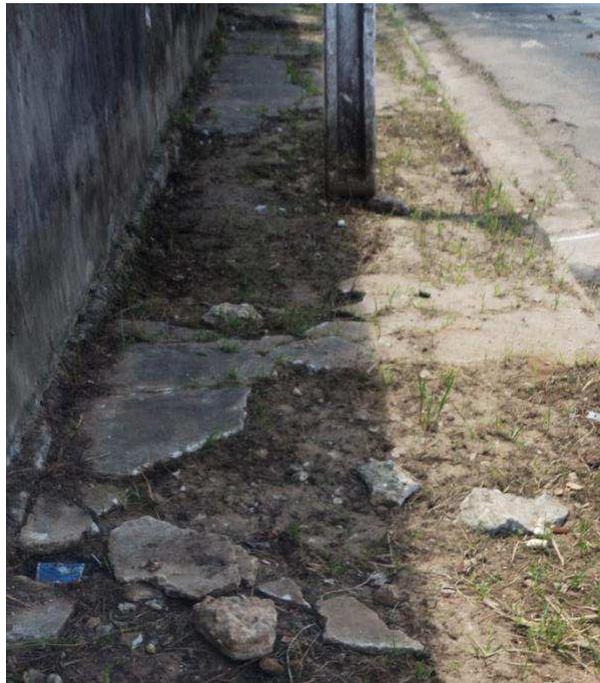
Figura 17: Fotografia da ausência de calçada e sistema de microdrenagem, próximo ao parque ambiente e Universidade Estadual do Maranhão na Rua Teixeira de Freitas.



Fonte: Autor (2024).

A investigação aprofundada descobriu que várias calçadas na cidade não atendem aos padrões mínimos de acessibilidade, o que constitui um grande obstáculo para a mobilidade de pessoas com deficiência e idosos. Os problemas identificados incluíam rampas inadequadas, pisos irregulares, falta de sinalização tátil e obstáculos como postes mal posicionados como podemos constatar na figura abaixo:

Figura 18: Fotografia de calçada danificada, com obstáculos como poste mal posicionado, na Rua Teixeira de Freitas.



Fonte: Autor (2024).

4.2 Veículos

Os veículos têm um impacto significativo na engenharia de tráfego, pois impactam diretamente a dinâmica e a eficiência do trânsito tanto em cidades quanto em áreas rurais. Os veículos são divididos em duas grandes categorias na engenharia de tráfego: motorizados e não motorizados.

Portanto os veículos motorizados incluem carros, motos, caminhões, ônibus e outros meios de transporte que dependem de motores a combustão ou elétricos. Essa classificação é essencial para o planejamento de infraestrutura viária e para a implementação de políticas de mobilidade urbana eficazes. Esses veículos

são os principais responsáveis pelo tráfego intenso na cidade de Bacabal como foi constatado no estudo de tráfego, e podemos observar isso na tabela 1 que vemos a predominância de veículos motorizados, com isso eles exigem uma infraestrutura sólida para garantir um fluxo constante e seguro.

Tabela 1: Tabela com quantitativo de tipo veículos que trafegam na rua Frederico Lêda nos horários estudados com base no estudo de tráfego realizado.

ESTUDO DE TRÁFEGO - CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS					
Local de estudo: Rua Frederico Leda					
Coordenadas 4°14'09.4"S 44°47'10.4"W					
TIPO DE VEÍCULO	SEGUNDA-FEIRA 15/07/2024 17:30 - 18:30	TERÇA-FEIRA 16/07/2024 7:00 - 8:00	QUARTA-FEIRA 17/07/2024 7:00 - 8:00	QUINTA-FEIRA 18/07/2024 17:30 - 18:30	SEXTA-FEIRA 19/07/2024 7:00 - 8:00
Motocicleta	1392	1050	1071	1424	1146
Carro	321	267	272	345	291
Caminhonete	89	74	75	95	80
Caminhão	41	34	35	44	37
Ônibus	2	2	2	3	2
SUV	60	50	51	65	55
Carroça	4	3	3	4	3
Bicicleta	166	138	141	179	151
Van	5	4	4	5	4
*Outros	1	1	1	1	1
TOTAL POR HORA	2081	1622	1655	2166	1771
*FORAM CLASSIFICADOS NESSA CATEGORIA VEÍCULOS COMO: TRATORES, BOBCAT E PATROL					

Fonte: Autor (2024).

Já os veículos não motorizados, como bicicletas, patinetes e outras formas de transporte pessoal, estão se tornando cada vez mais comuns em cidades, especialmente em locais que incentivam a mobilidade sustentável. Para proteger os ciclistas e promover o uso de bicicletas, a engenharia de tráfego deve considerar a construção de infraestrutura dedicada aos ciclistas, como ciclovias e ciclo faixas. Um dos maiores desafios na engenharia de tráfego é a harmoniosa integração de veículos motorizados e não motorizados. Constata-se que Bacabal tem poucas ciclovias, o que indica que há necessidade de planejamento e investimentos constantes para melhorar o ambiente de mobilidade.

4.3 Usuários

Os usuários são um dos elementos mais importantes, pois são os indivíduos que interagem diretamente com a infraestrutura viária. Os usuários incluem pedestres, motoristas, ciclistas e passageiros, cada grupo com suas necessidades e comportamentos específicos. Compreender as características e demandas de cada tipo de usuário é essencial para planejar um sistema de trânsito seguro, eficiente e inclusivo.

Em Bacabal, a situação dos usuários das vias apresenta desafios significativos para a engenharia de tráfego. Muitos motoristas não obedecem às leis de trânsito, e uma parte considerável não possui Carteira Nacional de Habilitação (CNH). Essa realidade cria um ambiente viário desordenado e perigoso, onde o desrespeito às normas de circulação é comum, aumentando o risco de acidentes e prejudicando a fluidez do tráfego.

5 RESULTADOS

A pesquisa in loco e bibliográficas mostraram que há vários problemas relacionados ao planejamento urbano e à mobilidade urbana na cidade de Bacabal. Os resultados obtidos são que Bacabal apresenta:

- Plano Diretor Defasado;
- Ocupação do Solo e Zoneamento Inadequado;
- Infraestrutura de Transporte Insuficiente e Inadequada;
- Insuficiência do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais (Drenagem Urbana);
- Ausência de acessibilidade nas calçadas e até mesmo ausência de calçadas;
- Fiscalização da Guarda Municipal Inexistente.

5.1 Medidas paliativas

De acordo com os resultados da pesquisa in loco e bibliográfica, identificamos várias áreas importantes que precisam de intervenção imediata. Apresentaremos medidas paliativas para cada problema levantado, ou possíveis soluções para os problemas mencionados.

5.1.1 Plano diretor defasado

As medidas paliativas podem ser tomadas enquanto se trabalha em uma atualização completa para corrigir um plano diretor defasado, especialmente em uma cidade como Bacabal. Aqui estão algumas recomendações:

- Revisão temporária do plano diretor: formar um comitê temporário com urbanistas, membros da comunidade e representantes do governo local para revisar e atualizar o Plano Diretor de acordo com as necessidades mais urgentes da cidade.
- Consulta pública e participativa: Os representantes da população como a câmara de vereadores devem promover audiências públicas e consultas com a população para coletar opiniões e determinar as prioridades imediatas. Isso garante que as atualizações temporárias do Plano Diretor atendam às necessidades reais dos residentes.
- Mapeamento e diagnóstico rápido: Os responsáveis técnicos (engenheiro e arquitetos da prefeitura) façam um mapeamento rápido das áreas da cidade mais importantes, identificando quais áreas precisam de intervenção imediata. Este diagnóstico pode ser usado para orientar os recursos e as ações de maneira mais eficaz.

5.1.2 Ocupação do Solo e Zoneamento Inadequado

Um dos grandes problemas enfrentados pela falta de zoneamento adequado, é o fluxo significativo de caminhões circulando em bairros residenciais como foi observado no estudo de tráfego realizado e podemos visualizar no Apêndice 1, a quantidade de caminhões que passam em média em uma rua nos horários estudados, para isso, a prefeitura municipal com as empresas deveriam estabelecer horários específicos para que caminhões de grande porte entreguem e carreguem, idealmente durante períodos de menor tráfego, como à noite ou de madrugada.

Como também, as empresas com apoio dos órgãos públicos construam ou designem áreas específicas para carga e descarga afastadas das rodovias principais e áreas residenciais. Não somente isso, como prefeituras e os departamentos

responsáveis devem melhorar a sinalização nas áreas residenciais para mostrar as rotas dos caminhões, áreas para carga e descarga e horários permitidos.

Como fez prefeitura de Feira de Santana na Bahia, através da superintendência municipal de trânsito da cidade, proibiu a circulação e estacionamento de caminhões acima de 6,5 metros e de veículos a tração animal, podemos observar o modelo exemplo de placa de sinalização que foi colocado ao longo da cidade na figura a seguir.

Figura 19: Exemplo de placa a ser adotada para regulamentar a circulação de veículos em vias urbanas.



Fonte: Tito (2015).

Além dos mais para os problemas de zoneamento e ocupação do solo podemos adotar como medidas paliativas as seguintes sugestões:

- Reclassificação temporária de zonas: Reclassificar temporariamente as áreas mais problemáticas, alterando os usos permitidos para atender às necessidades e condições atuais da cidade.
- Programas de regularização fundiária

A regulamentação de ocupações informais é um processo complicado que requer a cooperação entre várias partes interessadas e a implementação eficaz de

políticas. Primeiro, a Prefeitura Municipal, a Secretaria de Planejamento Urbano e os Institutos de Pesquisa realizarão um levantamento e mapeamento minuciosos das áreas ocupadas ilegalmente. Essas áreas são mapeadas com precisão usando tecnologias avançadas como drones e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), fornecendo uma visão clara das condições atuais.

Além do mais é fundamental o envolvimento comunitário, que inclui reuniões e oficinas organizadas por prefeituras, ONGs e líderes comunitários para discutir soluções. O planejamento participativo produz um plano de ação que inclui a regularização fundiária, melhorias de infraestrutura e provisão de serviços básicos. As prefeituras, cartórios e Ministério Público formalizam a regularização fundiária emitindo títulos de propriedade.

Com isso a prefeitura trabalha em conjunto com empresas de serviços para melhorar a infraestrutura e os serviços públicos. O monitoramento contínuo é feito para medir o progresso. A prefeitura, a Secretaria de Planejamento Urbano, organizações não governamentais, o Ministério Público e as empresas de serviços são os responsáveis.

Portanto os recursos públicos podem ser provenientes de parcerias público-privadas e organizações internacionais para fornecem dinheiro. A legislação pode promover a justiça social e a sustentabilidade urbana, transformando áreas vulneráveis em comunidades integradas, como demonstram os programas de sucesso como Minha Casa, Minha Vida e o projeto Favela-Bairro do governo do Rio de Janeiro.

- Reforço na Fiscalização: Para que tudo isso que foi sugerido como possíveis medidas paliativas funcionem, tem que ocorrer melhoria na fiscalização, para garantir que as construções sigam as normas de zoneamento e ocupação do solo, evitando construções irregulares.

5.1.3 Infraestrutura de Transporte Insuficiente, Inadequada e Ausência de Acessibilidade nas Calçadas

A manutenção das estradas é vital para a segurança, eficiência e qualidade de vida nas cidades e rurais. Estradas bem conservadas tornam o tráfego mais fácil, reduz os custos de veículos e aumenta o conforto dos condutores. Portanto, a

manutenção regular das estradas é vital para evitar acidentes, melhorar o fluxo de tráfego e economizar recursos. Um método eficiente de manutenção de estradas começa com monitoramento contínuo. Inspeções regulares ajudam a identificar problemas e corrigir antes que a situação piore. A manutenção preventiva é outra estratégia importante, e o uso de tecnologias avançadas, como sensores e drones, pode otimizar esse processo fornecendo dados precisos sobre o estado das vias.

Além disso, é essencial que as equipes de manutenção sejam capacitadas e formadas para garantir que os trabalhos sejam executados de acordo com os padrões mais elevados. Investimentos em materiais de alta qualidade também são essenciais, pois, embora o custo inicial possa ser maior, eles podem levar a uma durabilidade maior e menos reparos frequentes.

Portanto a responsabilidade por essas ações recai sobre prefeituras, secretarias de transporte e urbanismo, e empresas especializadas, que devem trabalhar em conjunto para criar um ambiente mais seguro e acessível para todos.

Além das mais cicloviárias e ciclo faixas devem ser construídos com prioridade. As prefeituras devem desenvolver projetos abrangentes que incluam ciclo faixas e cicloviárias, que são faixas exclusivas separadas fisicamente do tráfego de veículos. As cicloviárias devem ser demarcadas em vias já existentes. A fim de garantir conforto e segurança para os ciclistas.

Para maximizar a eficiência dessas infraestruturas, o planejamento deve levar em consideração a integração dessas infraestruturas com outras áreas da cidade. Ao mesmo tempo, a manutenção e a melhoria das calçadas são essenciais para garantir a segurança e a acessibilidade dos pedestres. As prefeituras e secretarias de infraestrutura urbana devem trabalhar juntas para reparar e modernizar as calçadas. As calçadas devem ser largas, com superfícies antideslizantes e rampas suficientes para cadeirantes.

Como também a segurança e a sinalização adequadas são de igual importância. As prefeituras, em conjunto com os departamentos de trânsito e empresas de sinalização, devem garantir a instalação e manutenção eficiente de placas de trânsito, faixas de pedestres e iluminação pública. Uma iluminação adequada e sinalização clara e visível aumentam a segurança de pedestres e ciclistas, especialmente durante a noite.

5.1.4 Insuficiência do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

Os órgãos municipais têm que realizar manutenção regular do sistema de drenagem é essencial para mitigar esses problemas. Isso inclui limpar as bocas de lobo e as tubulações regularmente para remover obstruções e detritos que podem atrapalhar o fluxo das águas pluviais. Inspeções regulares garantem o funcionamento contínuo e eficiente do sistema, e reparos rápidos em danos ou vazamentos permitem identificar e corrigir problemas antes que se agravem, para isso sugerimos que sejam feitas as manutenções com a frequência mínima de acordo com manual de drenagem e manejo de águas pluviais (2012), como podemos ver no quadro a seguir.

Quadro 1: Conduas e frequência mínima de manutenção de sistemas de drenagem pluvial.

Estrutura	Conduas	Periodização
Sarjetas e sarjetões	Averiguar os locais de acesso, como também verificar possíveis obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos. Verificar estrutura para determinar se há danos e deteriorações.	No mínimo a cada 60 dias.
Boca de lobo, bueiros e canais abertos e fechados.	Averiguar os locais de acesso, como também verificar possíveis obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos. Verificar estrutura para determinar se há danos e deteriorações. Inspeccionar grades de retenção para certificar que não estejam obstruídas por detritos e lixos.	No mínimo a cada 60 dias.
Galerias e poços de visitas	Averiguar os locais de acesso, como também verificar possíveis obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos. Verificar estrutura para determinar se há danos e deteriorações. Inspeccionar grades de retenção para certificar que não estejam obstruídas por detritos e lixos.	Nos períodos de estiagem: no mínimo a cada 30 dias. Durante períodos chuvosos, as inspeções devem ocorrer a cada 15 dias ou após a ocorrência da chuva.

Fonte: Manual de drenagem e manejo de águas pluviais adaptado pelo Autor(2024).

Logo podemos também ver como possíveis mecanismo de melhorias na drenagem a adoção de pavimento permeável de concreto intertravado, que segundo

a NBR 16416 (2015) da ABNT define pavimento permeável: “pavimento que atende simultaneamente as solicitações de esforços mecânicos e condições de rolamento e cuja estrutura permite a percolação e/ou o acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar dano à sua estrutura”.

Figura 20: Pavimento permeável: utilização de pavimento intertravado em estacionamento e calçada.



Fonte: Inova concreto (2022).

Portanto esse material permite que a água da chuva infiltre diretamente no solo, o que reduz o volume de escoamento superficial e a carga do sistema de drenagem. A infiltração é facilitada por opções como pavimentação com blocos de concreto permeáveis, asfalto poroso e pavimento intertravado.

A criação de jardins de chuva também é uma maneira eficaz de melhorar a drenagem urbana. Para capturar e infiltrar as águas pluviais, esses jardins usam plantas, solo filtrante e camadas de drenagem. Os jardins de chuva não apenas reduzem o escoamento superficial, mas também aumentam a absorção de água pelo solo e melhoram a biodiversidade e a aparência das cidades, uma medida paliativa que auxiliaria na drenagem e também na urbanização da cidade.

Essas medidas, se implementadas de forma integrada, podem significativamente melhorar a eficiência do sistema de drenagem e reduzir os impactos

negativos das inundações urbanas e melhorando a qualidade da mobilidade urbana afetada drasticamente pelos alagamentos.

5.1.5 Fiscalização da Guarda Municipal Inexistente

Uma das principais medidas paliativas é utilizar câmeras de segurança em locais estratégicos da cidade. Essas câmeras monitoram e registram infrações de trânsito e atos de vandalismo, permitindo a aplicação de multas e medidas corretivas com base nos dados coletados.

Como também é importante a formação de parcerias temporárias com a Polícia Militar para aumentar a presença de fiscalização em áreas críticas até que a Guarda Municipal seja melhor estruturada. Os governantes municipais poderiam adotar como possível solução, ofertar aos membros da Guarda Municipal programas de capacitação e treinamento. Esses programas podem ajudá-lo a aprimorar seus conhecimentos e habilidades em fiscalização e segurança pública, pois incentivam a participação em cursos online ou presenciais oferecidos por instituições especializadas.

Além do mais campanhas de conscientização também é vital. As mídias sociais, o rádio, a televisão e os panfletos podem ser usados para difundir a importância de respeitar as leis de trânsito e as normas de segurança para atingir um público maior. Como a reestruturação organizacional da Guarda Municipal também é necessária, bem como a implementação de tecnologias e aplicativos que permitam que os cidadãos reportem infrações e problemas de segurança em tempo real em uma central de atendimento, permitindo uma resposta rápida.

Avaliar a estrutura atual e sugerir uma reorganização que aumente a eficiência e a distribuição dos guardas pode incluir a criação de unidades especializadas em diferentes áreas de fiscalização, como trânsito, meio ambiente e segurança patrimonial. Quando essas ações forem tomadas em conjunto, elas podem melhorar a situação de fiscalização em Bacabal, ao mesmo tempo em que a Guarda Municipal se reorganiza e se fortalece para funcionar de forma mais eficaz no futuro.

6 CONCLUSÃO

Após pesquisas realizadas em literatura e pessoalmente para o desenvolvimento deste TCC, descobriu-se que a cidade de Bacabal, no Maranhão, tem problemas significativos de mobilidade urbana devido a uma falta significativa de planejamento urbano. Esse cenário está fortemente relacionado à expansão desordenada da cidade e à falta de leis e estatutos atualizados. Você pode ver calçadas danificadas ou até mesmo inexistentes, congestionamentos frequentes e falta de infraestrutura viária adequada ao andar pelas ruas de Bacabal. Há dúvidas sobre a eficácia do planejamento urbano da cidade porque o governo não presta atenção suficiente à mobilidade de pedestres e ciclistas.

A pesquisa se concentrou em ruas particulares, como Teixeira de Freitas, Osvaldo Cruz, Frederico Lêda e Estrada da Bela Vista, onde foram realizadas pesquisas in loco e coletadas as opiniões dos moradores. Além disso, um estudo de tráfego foi realizado na Rua Frederico Lêda para avaliar como o tráfego funciona na área.

Logo os resultados mostraram que essas vias não possuem a infraestrutura necessária para oferecer qualidade, segurança e conforto aos seus usuários. Apesar dos problemas encontrados, Bacabal possui um grande potencial para melhorar suas condições de mobilidade urbana, oferecendo espaços de qualidade para pedestres, ciclistas e carros individuais.

Devido ao fato que o planejamento urbano impacta diretamente o desenvolvimento econômico, social e ambiental, conclui-se que ele é fundamental para as cidades. Este trabalho enfatiza a importância do poder público priorize os usuários das vias, tornando os locais públicos acessíveis e seguros para todos, com isso o planejamento urbano contribui para uma cidade mais justa e equilibrada, impulsionando o desenvolvimento econômico e melhorando a qualidade de vida de seus habitantes.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Jorcy Francisco de França. **DRENAGEM URBANA – Parte 2**. 2017. Disponível em: <https://www.jorcyaguilar.com/2017/03/drenagem-urbana-parte-2.html>. Acesso em: 16 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DO TRÁFEGO (ABRAMET) (Brasil). **Quase 8 em cada 10 vítimas graves do trânsito são pedestres, ciclistas ou motociclistas**. 2024. Disponível em: <https://www.abramet.com.br/noticias/quase-8-em-cada-10-vitimas-graves-do-transito-sao-pedestres-ciclistas-ou-motociclistas/>. Acesso em: 4 jul. 2024.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416/2015**: Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2020.

BACABAL. **Lei 1029/2006**. Plano Diretor do município de Bacabal. Bacabal, MA, 2006.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. 3. Ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2008.102 p.

BRASIL IBGE. **População residente. Censo 2022: População e Domicílios**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/bacabal.html>. Acesso em 14 mai. 2024

BRASIL IBGE. **Frota de veículos 2023**. Ministério dos Transportes, SENATRAN – Secretaria Nacional de Trânsito - 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/bacabal/pesquisa/22/28120>

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 14 mai. 2024

BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno de Referência para a Elaboração de Plano De Mobilidade Urbana**. SEMOB, Brasília, 2007.

DUARTE, Fábio. **Planejamento urbano**. Curitiba: Ibpex: 2011.

EBANATAW. **Drenagem: sarjetas**. Sarjetas. 2019. Disponível em: <https://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>. Acesso em: 15 jun. 2024.

HENZ, S. C.; OLIVEIRA, T. D. D.; BERTOLLO, F. H. **PLANEJAMENTO URBANO: CONCEITOS, REFLEXÕES E UMA BREVE ANÁLISE PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SANTO AUGUSTO – RS**. Salão do Conhecimento, [S. l.], v. 2, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7212>. Acesso em: 21 jun. 2024.

INOVA, Concreto (org.). **Pavimentos intertravados: conforto de rolamento para o tráfego de cadeirantes e pedestres**. 2022. Disponível em: <https://inovaconcreto.com.br/blog/pavimentos-intertravados-conforto-de-rolamento-para-o-trafego-de-cadeirantes-e-pedestres/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

JORNAL LOCAL. **Ruas alagadas após fortes chuvas**. Bacabal, 2023. Instagram: @bacabalmuitatretaa. Disponível em: <https://www.instagram.com/bacabalmuitatretaa/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

MAPS, Google. **Mapeamento das ruas de bacabal**. 2024. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-4.2467719,-44.7850113,13z?hl=pt-BR&entry=ttu>. Acesso em: 16 jun. 2024.

MARTINS, Karla Gonçalves. **EXPANSÃO URBANA DESORDENADA E AUMENTO DOS RISCOS AMBIENTAIS À SAÚDE HUMANA: O CASO BRASILEIRO**. 2012. 65 f. TCC (Graduação) – Curso de Gestão Ambiental Bacharelado, Faculdade Unb Planaltina, Planaltina – Df, 2012.

MOSSA, Roberto do Valle. **A bicicleta na cidade: interfaces entre a saúde e bem-estar na Agenda 2030 da ONU com a promoção da atividade física e o meio de transporte ativo em São Paulo**. 2022. 174 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências da Atividade Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

QUEIROZ, A. J. M. F.; CASAQUE, C. R.; SANTOS, M. C.; SEZAR, R. G. M. **Gerenciamento de Riscos em Projetos de Construção Civil sob a Ótica dos Principais Stakeholders – Análise sob um contexto prático e teórico**. 2003. 73 f. **São Paulo (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano**. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, 2012. 168p. il. v.1. ISBN 978-85-66381-01-6. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Administração de Projetos) – Departamento de Fundação Instituto de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

TITO, Silvio. **Caminhões acima de 6,5 metros serão proibidos no trânsito de Feira de Santana**. 2015. Elaborada pela superintendência municipal de trânsito da prefeitura de Feira de Santana na Bahia. Disponível em: <https://www.feiradesantana.ba.gov.br/servicos.asp?titulo=Caminh%F5es%20acima%20de%206,5%20metros%20ser%E3o%20proibidos%20no%20tr%E2nsito%20de%20Feira%20de%20Santana&id=28&link=secom/noticias.asp&idn=12531>. Acesso em: 15 jun. 2024.

TUCCI, C. E. M. 1995. **Enchentes urbanas, In Drenagem Urbana**. Cap. 1. Editora da Universidade. ABRH.

VACCARI, Arq. Urb. Lorreine Santos; FANINI, Eng. Civ. Valter. **Mobilidade Urbana: série de cadernos técnicos da agenda parlamentar**. Paraná: Crea-Pr, 2016. 54 p.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Congestionamento no trânsito e financiamento da mobilidade - avaliação dos estudos no Brasil e das perspectivas metodológicas. **Revista dos Transportes Públicos - Antp**, São Paulo, p. 1-11, 2014. Bial.

VIDAL, Dállet. **Plano Diretor**. 2019. Publicada no Jusbrasil. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/plano-diretor/761143731?>. Acesso em: 03 jul. 2024.

**APÊNDICE 1 – CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE VEÍCULOS ADAPTADO DO
MANUAL DO DNIT 2006**

<p align="center">LOCAL: RUA FREDERICO LEDA COORDENADAS: 4°14'09,4"S 44°47'10,4"W PERÍODO: SEGUNDA-FEIRA 15/07/2024 17:30 - 18:30</p>							
HORÁRIOS	CARROS DE PASSEIO E UTILITÁRIOS	MOTOS	ÔNIBUS E VAN	BICICLETAS E VEÍCULOS À TRACÇÃO ANIMAL	CAMINHÃO	TOTAL	
17:30 - 17:45	89	227	1	26	15	358	
17:45 - 18:00	165	487	1	35	9	697	
18:00 - 18:15	118	348	2	49	11	528	
18:15 - 18:30	98	330	3	60	6	497	
SUB-TOTAL	470	1392	7	170	41	2080	
<p align="center">LOCAL: RUA FREDERICO LEDA COORDENADAS: 4°14'09,4"S 44°47'10,4"W PERÍODO: TERÇA-FEIRA 16/07/2024 7:00 - 8:00</p>							
HORÁRIOS	CARROS DE PASSEIO E UTILITÁRIOS	MOTOS	ÔNIBUS E VAN	BICICLETAS E VEÍCULOS À TRACÇÃO ANIMAL	CAMINHÃO	TOTAL	
07:00 - 7:15	62	187	0	28	2	279	
7:15 - 7:30	93	232	1	27	6	359	
7:30 - 7:45	98	263	3	36	9	409	
7:45 - 8:00	137	368	2	50	17	574	
SUB-TOTAL	390	1050	6	141	34	1621	

LOCAL: RUA FREDERICO LEDA COORDENADAS: 4°14'09.4"S 44°47'10.4"W PERÍODO: QUARTA-FEIRA 17/07/2024 7:00 - 8:00						
HORÁRIOS	CARROS DE PASSEIO E UTILITÁRIOS	MOTOS	ÔNIBUS E VAN	BICICLETAS E VEÍCULOS À TRACÇÃO ANIMAL	CAMINHÃO	TOTAL
07:00 - 7:15	66	188	0	32	4	290
7:15 - 7:30	93	233	0	23	6	355
7:30 - 7:45	100	276	2	38	11	427
7:45 - 8:00	139	374	4	51	14	582
SUB-TOTAL	398	1071	6	144	35	1654
LOCAL: RUA FREDERICO LEDA COORDENADAS: 4°14'09.4"S 44°47'10.4"W PERÍODO: QUINTA-FEIRA 18/07/2024 17:30 - 18:30						
HORÁRIOS	CARROS DE PASSEIO E UTILITÁRIOS	MOTOS	ÔNIBUS E VAN	BICICLETAS E VEÍCULOS À TRACÇÃO ANIMAL	CAMINHÃO	TOTAL
17:30 - 17:45	91	230	0	29	16	366
17:45 - 18:00	158	493	2	14	11	678
18:00 - 18:15	139	367	3	67	9	585
18:15 - 18:30	117	334	3	73	8	535
SUB-TOTAL	505	1424	8	183	44	2164

<p style="text-align: center;">LOCAL: RUA FREDERICO LEDA COORDENADAS: 4°14'09,4"S 44°47'10,4"W PERÍODO: SEXTA-FEIRA 19/07/2024 7:00 - 8:00</p>						
HORÁRIOS	CARROS DE PASSEIO E UTILITÁRIOS	MOTOS	ÔNIBUS E VAN	BICICLETAS E VEÍCULOS À TRACÇÃO ANIMAL	CAMINHÃO	TOTAL
07:00 - 7:15	75	217	0	33	2	327
7:15 - 7:30	97	211	0	24	7	339
7:30 - 7:45	111	305	1	41	18	476
7:45 - 8:00	143	413	5	56	10	627
SUB-TOTAL	426	1146	6	154	37	1769

APÊNDICE 2 – PESQUISA SOBRE PLANEJAMENTO URBANO, MOBILIDADE E ASSUNTOS CORRELATOS

Pesquisa realizada com 100 pessoas nas ruas de Bacabal, sobre opinião sobre planejamento urbano de Bacabal e assuntos relacionados.

- 1) Tema: Planejamento urbano em Bacabal. Entende-se planejamento urbano é composto processo de organização e desenvolvimento de áreas urbanas, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos moradores. Isso envolve a criação de políticas e diretrizes para o uso do solo, infraestrutura, transporte, habitação, áreas verdes e serviços públicos, visando um crescimento sustentável e ordenado das cidades.

Você acha que Bacabal tem um planejamento urbano como? Marque 1 opção.

- Excelente [3 pessoas marcaram essa alternativa – 3%]
 - Bom [1 pessoa marcou essa alternativa – 1%]
 - Regular [1 pessoa marcou essa alternativa – 1%]
 - Ruim [11 pessoas marcaram essa alternativa – 11%]
 - Ineficiente [57 pessoas marcaram essa alternativa- 57%]
 - Não sei responder [27 pessoas marcaram essa alternativa – 27%]
- 2) A partir da definição de planejamento urbano, pode-se se ver alguns desses problemas a seguir na cidade ? Marque até 3 opções.
- Congestionamento de Trânsito [98 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Deterioração da Qualidade de Vida [52 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Crescimento Urbano Desordenado: [67 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Deficiência de Serviços Públicos [46 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Poluição Ambiental [23 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Nenhum problema citado anteriormente [3 pessoas marcaram essa alternativa]
- 3) Quais das seguintes ruas necessitam de uma intervenção imediata, seja por problemas de congestionamento, acidentes ou estrutura precária. Marque até 3 opções.
- Rua Frederico Leda [78 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Rua Osvaldo Cruz [76 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Rua Teixeira de Freitas [41 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Estrada da Bela Vista [87 pessoas marcaram essa alternativa]
 - Avenida João Alberto [18 pessoas marcaram essa alternativa]