



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TIAGO TEIXEIRA BANDEIRA

**TRAVESSIA URBANA E UMA ANÁLISE DA EFETIVIDADE DAS VIAS DE
CONTORNO. ESTUDO DE CASO EM IGUATU-CE**

PAU DOS FERROS – RN

2023

TIAGO TEIXEIRA BANDEIRA

**TRAVESSIA URBANA E UMA ANÁLISE DA EFETIVIDADE DAS VIAS DE
CONTORNO. ESTUDO DE CASO: IGUATU-CE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Marília Cavalcanti Santiago

PAU DOS FERROS – RN

2023

TIAGO TEIXEIRA BANDEIRA

**TRAVESSIA URBANA E UMA ANÁLISE DA EFETIVIDADE DAS VIAS DE
CONTORNO. ESTUDO DE CASO: IGUATU-CE**

Monografia apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-
Árido como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Civil.

Defendido em: 05/04/2024

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

MARILIA CAVALCANTI SANTIAGO

Data: 14/04/2024 14:43:45-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Me. Marília Cavalcanti Santiago
Orientadora

Documento assinado digitalmente



JOSE HENRIQUE MACIEL DE QUEIROZ

Data: 15/04/2024 14:21:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. José Henrique Maciel de Queiroz
1º Examinador

Documento assinado digitalmente



FABIOLA LUANA MAIA ROCHA

Data: 13/04/2024 14:57:09-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Fabiola Luana Maia Rocha
2ª Examinadora

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

214 Bandeira, Tiago Teixeira .
 Travessia urbana e uma análise da efetividade
 das vias de contorno. Estudo de caso em Iguatu-CE
 / Tiago Teixeira Bandeira. - 2023.
 53 f. : il.

 Orientador: Marília Cavalcanti Santiago.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2023.

 1. Mobilidade urbana. 2. Infraestrutura
 viária. 3. Planejamento urbano. I. Cavalcanti
 Santiago, Marília , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

 Biblioteca Campus Pau dos Ferros
 Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
 CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1. Geral.....	11
2.2. Especifico	11
3. REVISÃO TEÓRICA.....	12
3.1. Espaço urbano.....	12
3.2. Planejamento de transportes	13
3.2.1. Volume de tráfego.....	15
3.3. Rodovias brasileiras	18
3.3.1. Tipos e classes das rodovias	20
3.3.2. Traçado de uma rodovia	22
3.4. Travessia urbana	23
3.4.1. Classificação funcional das vias urbanas.....	24
3.4.2. Fatores que afetam as condições de operação.....	27
3.4.3. Anel viário	29
3.5. Patologias do pavimento flexível em asfaltos.....	30
4. METODOLOGIA.....	33
4.1. Apresentação do estudo de caso	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
5.1. Dados Característicos da Área de Estudo.....	36
5.2. Pesquisa de Volume de Trafego	39
5.3. Falhas na Execução e Consequências	46
5.4. Soluções sugeridas.....	47
5.4.1. Revisão no traçado existente	47
5.4.3. Manutenção frequente	49
6. CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE.....	54

FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma básico de planejamento de transportes	14
Figura 2 - Relação entre a hora e o volume horário de tráfego em rodovias norte-americana	18
Figura 3 - Composição da matriz de transporte de carga no Brasil	19
Figura 4 - Critérios de classificação de rodovias	20
Figura 5 - Hierarquia funcional das vias urbanas	25
Figura 6 - Congestionamento devido a situação precária da rodovia	28
Figura 7 - Congestionamento devido ao fluxo de tráfego em rodovia brasileira.....	29
Figura 8 - Trecho da avenida Ranufo Paes de Barros.	30
Figura 9 - Mapa da localidade da cidade de Iguatu-CE	35
Figura 10 - Geometria da via de contorno do Iguatu – CE	35
Figura 11 – Interseção inicial de acesso através da CE-060.....	36
Figura 12 – Interseção final com CE-060 e avenida Cruzeiro do Sul.....	36
Figura 13 - Avenida do contorno.....	37
Figura 14 – Patologias estruturais presentes na via	38
Figura 15 - Trecho em obra.....	38
Figura 16 - Postos de coletas de dados;	40
Figura 17 - Dados dos veículos pesados que acessam a avenida de contorno.....	46
Figura 18 - Sugestão de um novo traçado	48

QUADROS

Quadro 1 - Fluxograma Metodológico da Pesquisa	33
Quadro 2 - Dados da Contagem no Ponto 01	42
Quadro 3 - Dados da Contagem no ponto 02.....	43
Quadro 4 - Dados da Contagem no Ponto 03	44

AGRADECIMENTOS

É com grande satisfação e emoção que expresso meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. Este projeto representa não apenas o encerramento de uma etapa acadêmica, mas também a concretização de esforços coletivos e apoios fundamentais.

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a minha orientadora, Marília Cavalcanti Santiago, pela orientação dedicada, paciência e valiosos insights ao longo deste processo. Sua orientação foi fundamental para o desenvolvimento e aprimoramento deste trabalho. Aos professores e demais membros da banca examinadora, agradeço pela disponibilidade em avaliar e contribuir para o enriquecimento deste estudo. Suas sugestões e críticas construtivas foram essenciais para a qualidade final deste trabalho.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio incondicional, compreensão e incentivo nos momentos desafiadores. Cada conquista alcançada é reflexo do amor e suporte que recebi de vocês. Aos amigos e colegas de curso, agradeço pela troca de conhecimentos, colaboração mútua e amizades construídas ao longo desta jornada acadêmica.

A experiência foi enriquecida por compartilhar desafios e sucessos com todos vocês. Às instituições e pessoas que disponibilizaram recursos e materiais necessários para a realização da pesquisa, expresso minha gratidão. Seu apoio foi crucial para a concretização deste trabalho. Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para este projeto, mesmo que não tenham sido mencionados nominalmente. Cada gesto de incentivo e colaboração foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

Este TCC é fruto do esforço coletivo, e expresso minha profunda gratidão a todos que tornaram possível a conclusão desta etapa significativa da minha trajetória acadêmica.

RESUMO

O tema "Travessia Urbana e uma Análise da Efetividade das Vias de Contorno: Estudo de Caso em Iguatu-CE" aborda a problemática da travessia urbana e investiga a eficácia da via de contorno na cidade de Iguatu, no estado do Ceará. O estudo envolve uma análise detalhada das condições de tráfego na área urbana, identificando desafios enfrentados pelos motoristas e moradores. O foco recai sobre a avaliação da efetividade da via de contorno como solução para minimizar congestionamentos na cidade, aumentar a segurança viária e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. O caso específico de Iguatu-CE serve como ponto de referência para entender as dinâmicas locais e propor possíveis melhorias no planejamento e na infraestrutura viária da cidade. Por se tratar de um tema no qual exige muitas observações e conhecimentos bibliográficos, para este trabalho, a forma de exposição foi o estudo de caso. Uma investigação de natureza teórica qualitativa, de forma a obter uma análise mais abrangente da investigação em questão, seguindo etapas metodológicas para o desenvolvimento dessa pesquisa que será descrito posteriormente. Foi a sobrecarga nas infraestruturas viárias da cidade resultando em comprometimento na eficiência do sistema viário. Em suma, a análise da travessia urbana e das vias de contorno em Iguatu-CE sublinha a complexidade intrínseca à gestão da mobilidade urbana. Este estudo serve como um chamado à ação, incentivando o constante aprimoramento e adaptação das estratégias de planejamento e execução, para que as vias de contorno continuem desempenhando um papel vital no desenvolvimento sustentável e na qualidade de vida da comunidade iguatense.

Palavras-chave: Mobilidade urbana. Infraestrutura viária. Planejamento urbano.

ABSTRACT

The theme "Urban Crossing and an Analysis of the Effectiveness of Bypass Roads: A Case Study in Iguatu-CE" addresses the issue of urban crossing and investigates the efficacy of the bypass road in the city of Iguatu, in the state of Ceará. The study involves a detailed analysis of traffic conditions in the urban area, identifying challenges faced by drivers and residents. The focus is on evaluating the effectiveness of the bypass road as a solution to minimize congestion in the city, enhance road safety, and improve the quality of life for citizens. The specific case of Iguatu-CE serves as a reference point to understand local dynamics and propose possible improvements in city planning and road infrastructure. Given that this topic requires extensive observations and bibliographic knowledge, the chosen method of presentation for this work was a case study. A qualitative theoretical investigation was conducted to obtain a comprehensive analysis of the research at hand, following methodological steps for the development of this research, which will be described later. The overload on the city's road infrastructure resulted in a compromise in the efficiency of the road system. In summary, the analysis of urban crossing and bypass roads in Iguatu-CE underscores the intrinsic complexity of urban mobility management. This study serves as a call to action, encouraging constant refinement and adaptation of planning and execution strategies so that bypass roads continue to play a vital role in sustainable development and the quality of life of the Iguatu community.

Keywords: Urban crossing. Bypass roads. Urban mobility.

1. INTRODUÇÃO

O espaço urbano brasileiro é marcado por uma diversidade de características e desafios decorrentes do rápido processo de urbanização vivenciado nas últimas décadas. Com uma população majoritariamente concentrada em áreas urbanas, o Brasil enfrenta questões complexas relacionadas ao planejamento urbano, infraestrutura, desigualdade social, mobilidade, moradia e meio ambiente.

O transporte no Brasil é essencialmente multimodal, envolvendo diferentes meios de transporte, como rodovias, ferrovias, hidrovias, portos marítimos e aeroportos. No entanto, o sistema rodoviário é a principal forma de transporte no país, sendo responsável por movimentar a maior parte das cargas e passageiros. Uma pesquisa dos Custos Logísticos no Brasil divulgada pela Fundação Dom Cabral (2022) mostra que 75% da produção brasileira são transportados por meio do modal rodoviário. O Brasil conta com 1,8 milhão de quilômetros de rodovias, sendo 146 mil deles asfaltados e de responsabilidade dos governos federais e estaduais (Cabral, 2022).

As zonas urbanas enfrentam uma série de problemas que impactam negativamente a qualidade de vida dos cidadãos. Nesse contexto destaca-se a deficiência no sistema viário, palco dos deslocamentos motorizados ou não. O crescimento do número de veículos em circulação nas vias urbanas, resulta em problemas de locomoção ora com a ocorrência de congestionamentos constantes, e por isso longos tempos perdidos, estresse para condutores de veículos, provocando impactos negativos na economia e no meio ambiente. Acrescenta-se a essa situação os problemas no transporte coletivo de passageiros, pedestres entre outros. Todos esses problemas são reflexos da falta de um planejamento urbano adequado.

Segundo Mongin (2009), o planejamento urbano como campo acadêmico visa preconizar técnicas e políticas urbanas que façam as cidades se tornarem melhores de modo condizente com valores, que mudam ao longo dos anos caracterizado em cada contexto histórico.

Dentre muitas soluções quando se trata de travessias urbanas, ou seja, interferência de rodovias e suas características específicas de composição do tráfego, os anéis viários aparecem como alternativa mais viável. Porém sua indicação técnica de implantação é relevante quando se constata a necessidade de reduzir os impactos do tráfego de veículos pesados de carga na

área urbana. Esse objetivo é, sem dúvida, excelente quando realiza essa separação entre fluxos de rodovias e vias urbanas.

2. OBJETIVOS

2.1.Geral

Análise técnica da via de contorno implantado na cidade de Iguatu-CE, sugerindo possíveis melhorias face aos problemas de circulação existentes.

2.2.Específico

- Analise técnica do traçado geométrico da via de contorno;
- Traçar diagramas de riscos existentes atualmente, classificando-os segundo os tipos de movimentos permitidos nos locais;
- Contagem volumétrica de tráfego na rodovia que recebe o trânsito da via de contorno.

3. REVISÃO TEÓRICA

Todo sistema de transporte deve ser pensado, projetado e executado com um objetivo bem claro em mente. Note-se que o primeiro termo utilizado é “pensado”, pois se deve considerar que, principalmente no ambiente antropizado, é essencial se imaginar como o sistema deve funcionar (Ferreira, 2014). Muitas cidades de médio e grande porte apresentam deficiências nos seus sistemas viários, e a solução mais comum utilizada é a implantação de anéis viários. Tendo em vista o grau de complexidade, é importante compreender que um sistema de transporte deve amparar todas as classes que dele usufrui. Neste contexto, para melhor entendimento do presente trabalho, propõe-se a seguinte estrutura de embasamento teórico.

3.1. Espaço urbano

Segundo o Ministério das Cidades, a Mobilidade Urbana Sustentável trata de um conjunto de transporte e circulação que prioriza as pessoas não os veículos, visando proporcionar “o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte, de forma efetiva, que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentáveis” (Ministério das Cidades, 2004a).

Estudar o funcionamento das cidades passa, primeiramente, pelo entendimento de sua estrutura formadora. Essa estrutura é produto de longos anos de desenvolvimento dos espaços territoriais, desde seus usos mais primitivos, passando por seus formatos de colonização, urbanização e, em alguns casos, metropolização (Mumford, 1998). Villaça (2001) corrobora esta ideia e coloca que a estrutura espacial urbana compreende sua forma e sua infraestrutura física necessária para sustentação, compreendidos nesta última os distintos usos e atividades – o que acaba envolvendo indivíduos usuários.

Na concepção de Villaça (2001), para além da morfologia e das infraestruturas, a estrutura espacial urbana também se mostra vinculada às relações entre os distintos espaços e seus usos. O autor esclarece ainda que, apesar da estrutura urbana (principal) condicionar as infraestruturas (secundárias), estas também impactam naquelas, mesmo que em menor frequência ou grau. Isso sinaliza a importância do olhar integrativo entre todas elas, já que, em alguma medida, todas se influenciam mutuamente e não podem existir sem a outra. O autor

ressalta em sua fala a particular responsabilidade das rodovias em relação à formação de aglomerações urbanas, fato que gera efeitos na forma urbana, em seus usos e em seu provimento por infraestruturas.

3.2. Planejamento de transportes

O planejamento de transportes é uma área de estudo que visa adequar as necessidades de transporte de uma região ao seu desenvolvimento de acordo com suas características estruturais. Isto significa implantar novos sistemas ou melhorar os existentes. Deve-se ter em mente que o processo de planejamento deve na verdade está incluído num plano de desenvolvimento voltado para a região de estudo, pois a demanda por transporte depende do desenvolvimento atual da região e da proposta de desenvolvimento futuro (Campos, 2013).

É interessante perceber como o planejamento do transporte se origina a partir de uma demanda das cargas e não das pessoas. A partir de então, os meios para “mover-se” são amplamente desenvolvidos na Roma antiga, auxiliados pelos eixos transversais Cardus e Decumanos e pela expansão da malha viária em quadrícula (Mumford, 1998).

Essencial para garantir a eficiência, a segurança e a sustentabilidade dos sistemas de transporte. Um planejamento envolve a análise e o desenvolvimento de estratégias para o movimento de pessoas e mercadorias de forma eficaz, levando em consideração os recursos disponíveis, as necessidades da comunidade e os objetivos organizacionais.

De acordo com o nível da decisão a ser tomada, o planejamento pode ser estratégico, tático ou operacional (Pereira, 2005):

- **Nível Estratégico:**

No nível estratégico, o planejador está preocupado com as ações em longo prazo. Neste nível está inserido o planejamento de transportes.

- **Nível Tático:**

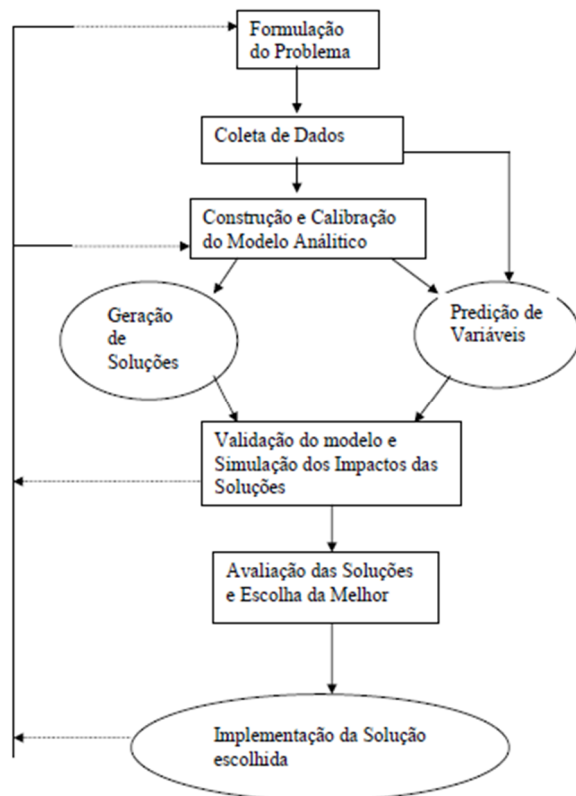
No nível tático (ou nível de projeto), normalmente são realizadas análises de médio a longo prazo. Neste nível de análise, são exemplos de tarefas: projeto geométrico das vias (determinação de largura de faixas, declividade da via, dimensionamento de áreas para pedestres e largura de calçadas e de passeios, etc.), elaboração de projetos de sinalização e de controle eletrônico do tráfego, dentre outros.

- **Nível Operacional:**

O foco deste nível de decisão está principalmente nas ações de curto prazo e dentre as análises normalmente realizadas estão: configuração do uso das faixas de tráfego, aplicação de dispositivos de controle de tráfego, programação de semáforos, espaçamento e localização de paradas de ônibus, frequência de um serviço de ônibus, adição de faixa para veículos com ocupação interna alta, fornecimento de informações aos usuários em tempo real, detecção de incidentes, dentre outras. Devido ao seu foco de curto-prazo, é importante que haja dados detalhados sobre o objeto de estudo.

Um plano de transporte bem elaborado requer uma análise detalhada das características e demandas da área em estudo. Isso envolve a coleta de dados sobre a população, os padrões de viagem, as características geográficas e socioeconômicas, bem como a infraestrutura de transporte existente. Com base nessas informações, são identificados desafios e oportunidades, permitindo o estabelecimento de metas e objetivos específicos. Segundo Campos (2013), um plano de transporte compreende as seguintes etapas como mostra a Figura 1:

Figura 1 - Fluxograma Básico de Planejamento de Transportes



Fonte: Campos (2013)

O objetivo do planejamento de transportes é desenvolver ordenadamente programas sob os quais um sistema integrado de transportes possa ser inteiramente desenvolvido e que tenha sua operação e seu gerenciamento otimizados. Isso inclui as redes viárias e de transportes de massa, além das infraestruturas dos seus terminais. Tal planejamento deve considerar os usos de solo presentes e futuros e os requisitos resultantes de viagens para o movimento de pessoas e bens durante os próximos 20 a 25 anos em níveis de serviço aceitáveis e compatíveis com os recursos financeiros da comunidade. O plano deve considerar as metas da região e as políticas do estado e do país (Carter. Homburger, 1978).

3.2.1. Volume de tráfego

A contagem volumétrica de tráfego, é uma técnica utilizada para medir o fluxo de veículos que circulam por uma estrada, interseção ou qualquer outra via de transporte. O objetivo da contabilidade volumétrica é coletar dados precisos e representativos sobre o tráfego veicular, o que permite aos planejadores de tráfego, engenheiros de transporte e autoridades de trânsito tomarem decisões sobre o trânsito para melhorar a via de infraestrutura e o fluxo veicular.

O DNIT (2006) define volume de tráfego como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia ou veículos/hora.

- **Volume médio diário**

À média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via é dada a designação de “Volume Médio Diário” (VMD). Ele é computado para um período de tempo representativo, o qual, salvo indicação em contrário, é de um ano. Esse volume, que melhor representa a utilização ou serviço prestado pela via, é usado para indicar a necessidade de novas vias ou melhorias das existentes, estimar benefícios esperados de uma obra viária, determinar as prioridades de investimentos, calcular taxas de acidentes, prever as receitas dos postos de pedágio, etc (DNIT, 2006).

São de uso corrente os seguintes conceitos de volume médio diário, segundo o DNIT (2006):

- **Volume Médio Diário Anual (VMDa):** número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365;
- **Volume Médio Diário Mensal (VMDm):** número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere;
- **Volume Médio Diário Semanal (VMDs):** número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm;
- **Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd):** número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

Para todos esses casos a unidade é veículos/dia (vpd). O VMDa, ou simplesmente VMD, é o de maior importância. Os demais são geralmente utilizados como amostras a serem ajustadas e expandidas para determinação do VMD.

O volume de tráfego inclui todos os veículos que circulam pela via em um só sentido ou em ambos, ou ainda, os que circulam por uma só faixa. Quando o volume for representado pela soma dos veículos, independentemente de suas categorias, ele será expresso em “Unidades de Tráfego Misto”, abreviado pela sigla UTM. Por outro lado, se os veículos componentes daquela soma forem convertidos em números equivalentes de carros de passeio, o volume será então expresso em “Unidades de Carro de Passeio”, abreviado por UCP.

a) Volume horário

Para analisar as variações do fluxo de tráfego durante o dia, adota-se a hora para unidade de tempo, chegando-se ao conceito de Volume Horário (VH): número total de veículos trafegando em uma determinada hora. A Figura 2 apresenta para diversos tipos de rodovias os valores dos volumes horários expressos como percentagem do volume médio diário anual, dispostos em ordem decrescente. A abscissa 1 corresponde ao maior volume horário do ano; a abscissa 30 corresponde ao 30º valor, designado como Volume da 30ª Hora. Na figura são

indicados os volumes da 30^a (VH30) e 50^a (VH50) Horas, geralmente recomendados para servirem de base para o projeto e operação da rodovia (DNIT, 2006).

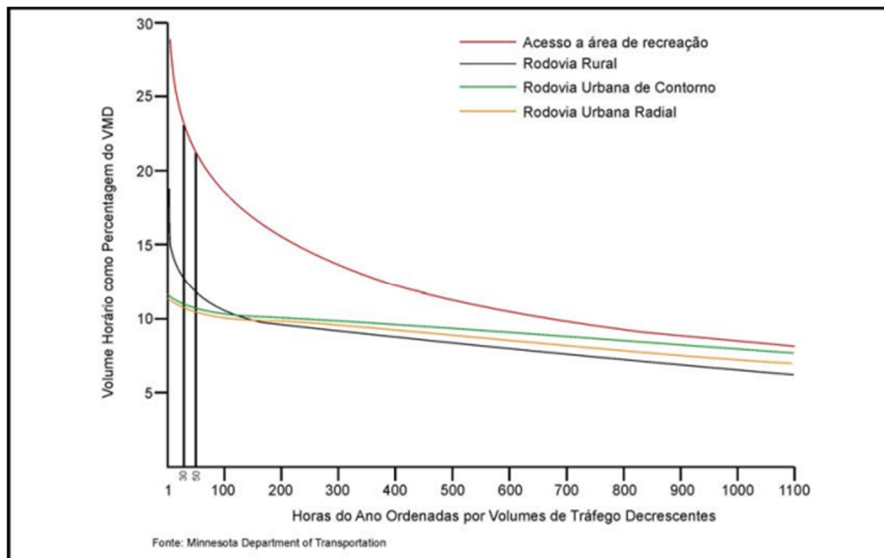
Ainda segundo o DNIT (2006), tradicionalmente o volume da 30^a Hora tem sido usado nos Estados Unidos para base de projeto de muitas rodovias rurais. Estudos feitos no Brasil, citados no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – DNER, 1999, mostram que o volume da 50^a Hora, da ordem de 8,5% do VMD, vem sendo utilizado para projeto de rodovias rurais. Considera-se que não se justifica economicamente investir em melhorias para atender umas poucas horas do ano em que se tem volumes mais elevados. O volume adotado para dimensionamento dos detalhes geométricos das vias e interseções, determinação de níveis de serviço, planejamento da operação da via, sinalização, e regulamentação do trânsito é designado como Volume Horário de Projeto (VHP).

b) Composição do tráfego

O DNIT (2006) define que corrente de tráfego é composta por veículos que diferem entre si quanto ao tamanho, peso e velocidade. O conhecimento da composição dos volumes é essencial pelas seguintes razões:

- Os efeitos que exercem os veículos entre si dependem de suas características. A composição da corrente de veículos que passa por uma via influi em sua capacidade;
- As percentagens de veículos de grandes dimensões determinam as características geométricas que devem ter as vias, e os seus pesos as características estruturais;
- Os recursos que podem ser obtidos dos usuários de uma via, dependem entre outros fatores, da composição do seu tráfego.

Figura 2 - Relação entre a Hora e o Volume horário de Tráfego em Rodovias Norte-Americanas



Fonte: DNIT (2006)

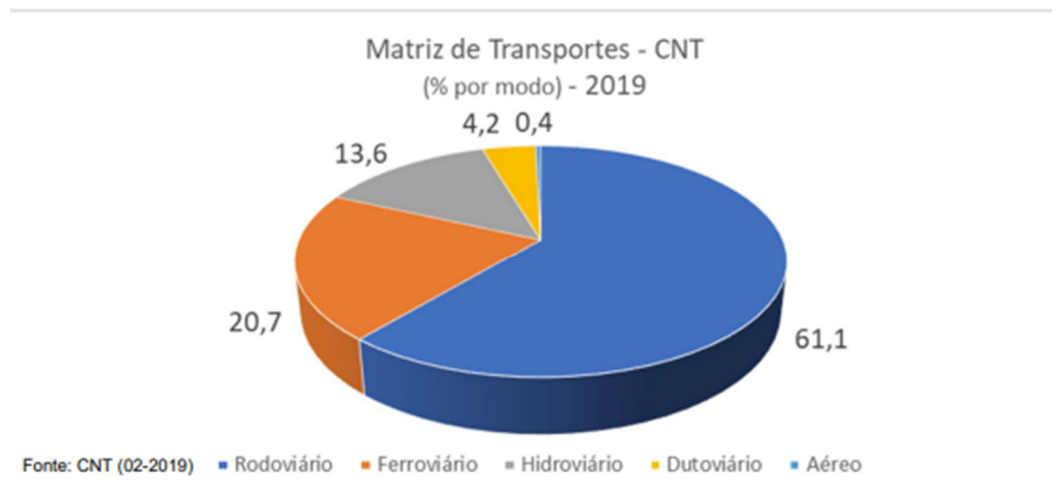
As contagens podem ser divididas em contagens globais ou direcionais. Nas contagens globais são registrados os números de veículos que circulam por um trecho de via, independentemente do sentido de tráfego, agrupados em classes. As principais utilizações acontecem no cálculo de volumes médios diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego. Já as contagens direcionais são registradas os números de veículos por sentido de tráfego. Sua empregabilidade abrange cálculo de capacidade, determinação de intervalos de sinais, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes, dentre outras.

Destaca-se ainda que a classificação dos veículos será de acordo com as necessidades do estudo e o desmembramento das categorias será conforme a quantidade de eixos existentes, tanto para veículos leves como para veículos de carga.

3.3. Rodovias brasileiras

O Modal rodoviário é o mais utilizado para o transporte de cargas no Brasil, desde a década de 1950. Esse modal desempenha um importante papel no desenvolvimento econômico e social do país, além de permitir a integração entre os demais modais de transporte. Segundo os dados do Sistema Nacional de Viação – (SNV, 2014), existem, no país, 1.760.000 km de rodovias, dos quais apenas 212.000 km são pavimentados, isto é, 12,0% da malha. Das rodovias pavimentadas, 65.930 km são federais.

Figura 3 - Composição da Matriz de Transporte de Carga no Brasil



Fonte: CNT (2019)

No Brasil, as rodovias são classificadas de acordo com sua importância e características específicas. A classificação é definida pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Ainda segundo o (DNIT, 2010), existem basicamente quatro critérios para a classificação das rodovias, sendo elas:

- **Quanto à sua administração ou jurisdição:** federais, estaduais, municipais e particulares. Em determinados casos, ante circunstâncias específicas, trechos integrantes da malha rodoviária sob jurisdição federal têm a sua administração repassada para a responsabilidade de outro órgão rodoviário, por delegação do DNIT.
- **Quanto à sua classificação funcional:**
 - Arteriais - Compreendem as rodovias cuja função principal é a de propiciar mobilidade;
 - Coletoras - Englobam as rodovias que proporcionam um misto de funções de mobilidade e acesso;
 - Locais - Abrangem as rodovias cuja função principal é oferecer condição de acesso.
- **Quanto às suas características físicas:** não pavimentadas, pavimentadas, com pistas simples ou duplas;
- **Quanto ao seu padrão técnico:** dividem-se em classes, devendo ser obedecidos os critérios estabelecidos.

3.3.1. Tipos e classes das rodovias

No Glossário de Termos Técnicos do DNIT, elaborado no ano 2010, constam, relativamente à classificação funcional, como mostra a Figura 4:

Figura 4 - Critérios de Classificação de Rodovias

CLASSE DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA	VELOCIDADE DE PROJETO POR REGIÃO (km/h)		
(1)				Plana	Ondulada	Montanhosa
0		Via Expressa – controle total de acesso	Decisão administrativa	120	100	80
I	A	Pista dupla – Controle parcial de acesso	O volume de tráfego previsto reduzirá o nível de serviço em uma rodovia de pista simples abaixo do nível “C” (4)	100	80	60
	B	Pista simples	Volume horário de projeto VHP > 200 Volume médio diário VMD > 1400			
II		Pista simples	Volume médio diário VMD 700 - 1400	100	70	50
III		Pista simples	Volume médio diário VMD 300 - 700	80	60	40
IV		Pista simples	Volume médio diário VMD < 300	80 – 60 (3)	60 – 40 (3)	40 – 30 (3)

Fonte: DNIT (2010)

- **Classificação funcional das vias:** Processo de agrupar as vias em sistemas, grupos e classes, de acordo com o tipo de serviço que as mesmas proporcionam (DNIT, 2010);
- **Classificação funcional das vias rurais:** Classificação baseada na posição hierárquica ocupada dentro da rede viária, decorrente da função exercida. A importância dessa função é considerada diretamente proporcional ao porte (demográfico, político e/ou econômico) das localidades servidas, aos volumes de tráfego e à distância média de viagem desse tráfego na rodovia. Assim sendo, as vias rurais podem fazer parte do sistema arterial, do sistema coletor e do sistema local (DNIT, 2010);
- **Classificação funcional das vias urbanas:** Classificação baseada na posição hierárquica ocupada dentro da rede viária, decorrente da função exercida. Essa classificação resulta da integração dos seguintes quatro requisitos: função da via; tipo de trânsito; uso do solo lindeiro e espaçamento. Consequentemente, as vias urbanas podem ser classificadas em: vias urbanas expressas, vias urbanas arteriais, vias urbanas coletoras e vias locais (DNIT, 2010);

- **Via Classe 0:** Rodovia do mais elevado padrão técnico, com controle total de acesso, devendo possuir, no mínimo, pista dupla. Esta classe é adotada: quando a função absolutamente preponderante da rodovia for a de atender à demanda do tráfego de passagem por uma região (função mobilidade), sem maiores considerações quanto ao atendimento do tráfego local e das propriedades lindeiras (função acessibilidade) que, por hipótese, devem ser atendidas por outras vias; quando há interferência recíproca entre atividades humanas nas propriedades lindeiras ou áreas vizinhas à faixa de domínio (pedestres, paradas de ônibus, tráfego local), e o fluxo de tráfego direto causar atritos indesejáveis, sob aspectos operacionais e de segurança (controle do uso do solo); quando a rodovia constituir trecho ou parte de um sistema viário (conjunto de estradas do mesmo padrão), cujas características técnicas e operacionais se desejar manter uniformes e homogêneas; quando os volumes de tráfego forem elevados e os custos operacionais o justificarem (geralmente não inferiores àqueles que requerem uma rodovia classe I-A). Os níveis de serviço desta classe são iguais aos da classe I-A (DNIT, 2010);
- **Via Classe I-A:** Rodovia com pista dupla, controle de acesso e com número total de faixas determinado pelo tráfego previsto (DNIT, 2010);
- **Via Classe I-B:** Rodovia de pista simples, projetada para 10 anos, para um limite inferior de tráfego de 200 veículos horários bidirecionais ou um volume médio diário bidirecional de 1400 veículos mistos e para um limite superior igual ao requerido no caso da classe I-A (DNIT, 2010);
- **Via Classe II:** Rodovia de pista simples, projetada para o 10º ano, para um limite inferior de tráfego médio diário bidirecional de 700 veículos mistos e para um limite superior de tráfego médio diário bidirecional de 1400 veículos mistos (DNIT, 2010);
- **Via Classe III:** Rodovia de pista simples, projetada para o 10º ano, para um limite inferior de tráfego médio diário bidirecional de 300 veículos mistos e para um limite superior de tráfego médio diário bidirecional de 700 veículos mistos (DNIT, 2010);
- **Via Classe IV A:** Rodovia de pista simples, frequentemente dotada apenas de revestimento primário, suportando tráfego médio diário, no ano de abertura, compreendido entre 50 veículos e 200 veículos (DNIT, 2010);

- **Via Classe IV B:** Rodovia simples suportando tráfego médio diário no ano de abertura inferior a 50 veículos (DNIT, 2010).

3.3.2. Traçado de uma rodovia

Pimenta (2004) define traçado de uma rodovia como o alinhamento espacial que representa o eixo principal da via, em planta e em perfil, em função do qual são definidos os outros componentes da via, tais como, as faixas de rolamento, a plataforma da pista, o acostamento, os elementos de drenagem superficial, os taludes de corte e de aterro e a delimitação da faixa de domínio.

Ainda segundo Pimenta (2004) institivamente, o melhor traçado para conectar duas localidades seria uma linha reta. Geometricamente, esse seria o caminho mais curto e, conceitualmente, o mais rápido. Ocorre, porém que raramente essa solução é a mais adequada, em virtude de uma série de condicionantes existentes na área intermediária entre as localidades a serem conectadas.

Na decisão do trajeto da estrada, é necessário analisar cuidadosamente todos os elementos que podem afetar os gastos envolvidos na construção. Esses fatores devem ser devidamente ponderados para possibilitar a seleção de um percurso que permita a construção de uma estrada de alta qualidade com o menor custo possível.

- **Topografia**

A topografia da região é o principal fator a ser considerado, pois a seleção do trajeto sobre áreas topograficamente desafiadoras resultará em consideráveis movimentações de terra, levando a elevados custos na construção da infraestrutura da estrada. Portanto, é crucial levar em conta a topografia ao escolher o melhor caminho para minimizar os gastos durante a execução do projeto.

- **Condições geológicas**

As condições geológicas e geotécnicas dos locais pelos quais a estrada será construída também desempenham um papel fundamental. A existência de terrenos desfavoráveis pode exigir obras adicionais para a estabilização de cortes e aterros, gerados em custos extras prolongados durante a execução do projeto. Portanto, é manter cuidadosamente essas condições

para evitar surpresas financeiras e garantir uma construção eficiente e econômica viável da estrada.

- **Condições hidrológicas**

A hidrologia da região é outro fator crucial a ser considerado. A seleção de um percurso inadequado pode resultar em custos elevados devido à necessidade de construir obras de arte e drenagem desnecessária. Por outro lado, um traçado bem planejado, levando em conta a hidrologia da região, pode evitar gastos excessivos com infraestrutura hidráulica e garantir uma construção mais eficiente e eficaz da estrada. Portanto, é analisar cuidadosamente a hidrologia local para minimizar os custos e garantir a melhor solução para a infraestrutura da estrada.

A existência de benfeitorias no local escolhido aumenta os custos de desapropriação da faixa para construção da estrada, assim, sempre que possível, deverão ser escolhidos traçados que atravessem terrenos de baixo valor. Por outro lado, determinados traçados podem aumentar os benefícios consequentes da construção da estrada, por isso, a escolha de um traçado é sempre o resultado de uma análise de benefícios e custos (Pimenta, 2004).

3.4. Travessia urbana

Inicialmente o conceito “rodovia” compreendia a ligação viária entre duas cidades, subentendendo-se que seus extremos se situavam nos limites da área urbana e se conectavam com as extremidades do sistema viário urbano pavimentado. O intenso processo de urbanização das últimas décadas frequentemente se desenvolveu ao longo do sistema viário, descaracterizando a concepção de limites urbanos. Ao mesmo tempo, a expansão das áreas urbanas aumentou sensivelmente a necessidade de cruzar áreas desenvolvidas, ou que em breve o seriam, para conectar novas rodovias à rede viária local, ligar entre si áreas afastadas ou integrar novas áreas ao organismo urbano (DNIT, 2010).

Os segmentos urbanos, muitas vezes configurados como vias arteriais, que viabilizam a extensão da malha viária por entre as urbes, podem transpassar de um extremo a outro da zona urbana ou, simplesmente, conectar-se a outra via arterial também integrada ao sistema rodoviário nacional. A imprescindível continuidade do trajeto nas rodovias nacionais pode ser assegurada por meio de uma via periférica ou uma via de acesso específica que, ao contornar áreas densamente urbanizadas, estabeleça a ligação com os centros geradores de tráfego mais relevantes dentro do perímetro urbano, como terminais de passageiros e de carga.

Essas ligações e conexões muitas vezes poderão ser vias de alto padrão técnico, de grande capacidade e elevadas velocidades, exercendo funções básicas na rede viária. Em outros casos, a categoria e importância da via poderão ser menores. Sempre que possível, porém, é desejável dotar as extensões urbanas de padrões técnicos superiores, que se assemelhem aos dos trechos rodoviários de alto gabarito. Há necessidade, portanto, de estruturar um conjunto de conceitos, métodos, instruções e critérios técnicos que possibilitem a implantação de vias urbanas de alto padrão, atendendo também às peculiaridades urbanas (DNIT, 2010).

3.4.1. Classificação funcional das vias urbanas

A classificação funcional é um procedimento mediante o qual as vias são agrupadas em subsistemas, estabelecendo uma hierarquia de acordo com o serviço oferecido e a função desempenhada. Essencial para esse processo é o reconhecimento de que as diferentes vias não possuem utilidade significativa quando consideradas de forma isolada, dado que a maioria das deslocamentos ocorre dentro de uma rede viária interligada. Torna-se, então, imperativo determinar a maneira pela qual tais deslocamentos podem ser eficientemente direcionados dentro da rede viária, de forma lógica e otimizada. A classificação funcional define a natureza desse direcionamento, especificando a função que cada via deve cumprir no fluxo do tráfego.

O DNIT (2010) estabelece classificação funcional de acordo com a mobilidade e acessibilidade permitidas. Mobilidade é o grau de facilidade para deslocar-se. Acessibilidade é o grau de facilidade que oferece uma via para conectar a origem de uma viagem com seu destino. Embora existam muitos sistemas de classificação funcional que possam ser usados para fins de planejamento, o método empregado com mais frequência é o que separa as vias urbanas em 4 (quatro) sistemas básicos, com características e funções distintas. Sendo elas: sistema arterial principal, sistema arterial secundário, sistema coletor e sistema local.

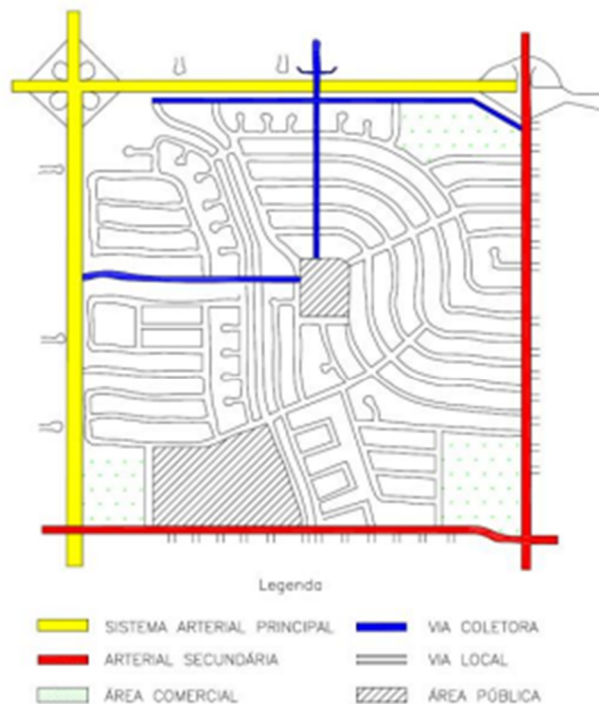
- **Sistema arterial principal**

O sistema arterial principal desempenha um papel fundamental ao atender os principais núcleos de atividade nas áreas urbanas, os corredores com maior volume de tráfego e as viagens de maior extensão. Embora corresponda a uma porção reduzida da extensão total da malha viária, é responsável por conduzir grande parte do fluxo de tráfego nas zonas urbanas. Sua importância é notável não apenas internamente, mas também na integração com as principais rodovias estaduais e federais. Isso implica englobar tanto as conexões quanto as extensões

provenientes das rodovias arteriais e coletoras interurbanas, que adentram, cruzam ou percorrem as áreas urbanas.

Esse sistema proporciona acesso direto aos principais geradores de tráfego, tais como o centro da cidade, centros de emprego, terminais de carga e passageiros, e faz ligação de toda a área urbana. Além de servir a esses centros de atividade e, por consequência, aos corredores de maior volume de tráfego, atende também aos percursos mais longos. É utilizado, também, pela maioria das viagens que entram ou saem da área urbana, bem como pela maioria dos movimentos que se desviam da área central da cidade. Em geral, atende a rotas de linhas de ônibus urbanas e intermunicipais. A figura 5 demonstra a hierarquia dessas vias.

Figura 5 - Hierarquia Funcional das Vias Urbanas



Fonte: DNIT (2010);

- **Sistema arterial secundário**

O sistema arterial secundário de vias urbanas se interconecta com o Sistema Arterial Principal e o suplementa, atendendo aos percursos de viagens com extensões intermediárias, em níveis de serviço inferiores àqueles que são típicos das vias arteriais primárias. Atende às viagens com grau de mobilidade um pouco inferior ao do sistema arterial principal e distribui o tráfego por áreas menores do que as atendidas pelo sistema principal.

O sistema arterial secundário inclui todas as vias arteriais não selecionadas para o sistema arterial principal e dá mais ênfase ao acesso às propriedades. Suas vias podem acomodar as linhas de ônibus locais e prover continuidade entre as comunidades, evitando, entretanto, penetrar nessas comunidades. Inclui as conexões urbanas com vias coletoras rurais, com exceção das que já fazem parte do sistema arterial principal.

O espaçamento das vias arteriais secundárias pode variar de 0,2 a 1,0 km no centro da cidade, não mais que 2 km em áreas intensamente desenvolvidas e 3 a 5 km nas áreas suburbanas pouco desenvolvidas.

- **Sistema coletor**

O Sistema Coletor tem a função principal de conectar as ruas locais com as vias arteriais. O sistema proporciona continuidade ao nível das comunidades locais ou subdivisões urbanas, porém a baixas velocidades. Difere do sistema arterial, pelo fato de que as vias do sistema coletor podem penetrar nas vizinhanças residenciais, distribuindo o tráfego das vias arteriais, através da área, até seus destinos finais. De forma inversa, o Sistema Coletor coleta o tráfego das vias locais das áreas residenciais e o conduz ao Sistema Arterial. Deve prover, também, o acesso às residências adjacentes que não forem atendidas por vias locais. As vias do centro da cidade, com grande volume de tráfego, e de outras áreas de desenvolvimento e densidade de tráfego semelhante podem ser incluídas no sistema.

O Sistema Coletor pode, também, atender aos trechos coletores/distribuidores de itinerários de ônibus. Poderá ter áreas de estacionamento em um ou ambos os lados da via. Os eventuais cruzamentos com outras vias coletoras ou vias locais devem ser controlados por semáforos ou sinais de parada obrigatória na via local que interceptar ou, no caso de interseção com outra coletora, na via de menor tráfego.

- **Funções distintas**

O Sistema Local compreende todas as vias não incluídas em sistemas hierarquicamente superiores. Sua função primária é permitir o acesso das propriedades que lhe são adjacentes aos sistemas de ordem superior. Oferece o menor nível de mobilidade e usualmente não contém rotas de ônibus. O atendimento ao tráfego de passagem é deliberadamente desencorajado.

3.4.2. Fatores que afetam as condições de operação

A eficiência no atendimento ao tráfego por parte de uma rodovia é impactada tanto pelas peculiaridades do tráfego quanto pelo desenho e planejamento da própria via. O DNIT (2010) atribui dois fatores que interferem diretamente na operação, são eles:

- **Fatores da rodovia**

Poucas rodovias apresentam um projeto ideal. Apesar de muitas vias expressas modernas possuírem uma seção transversal adequada, frequentemente não atendem de forma ideal às especificações de velocidade do projeto, principalmente nos trechos de entrecruzamento e terminais de ramos. Essas deficiências nessas áreas resultam em um uso inadequado dos segmentos restantes da via expressa.

Em outras rodovias de múltiplas faixas, as interseções, mesmo sem semáforos, frequentemente interferem no fluxo contínuo do tráfego. O desenvolvimento de áreas adjacentes à rodovia, com a entrada e saída constante de veículos nos acessos, causa ineficiência e leva a congestionamentos e problemas de segurança, mesmo com volumes relativamente baixos de tráfego. O efeito adverso, embora evidente, pode ser desafiador de quantificar.

Curvas acentuadas e rampas íngremes nem sempre podem ser evitadas e, em alguns casos, é necessário ajustá-las às dimensões da seção transversal. A combinação dessas condições faz com que o congestionamento seja perceptível mesmo com volumes de tráfego mais baixos do que em rodovias projetadas idealmente, protegidas por controle rigoroso e/ou fiscalização adequada dos acessos. Nas ruas urbanas, com interseções semaforizadas em intervalos curtos, os volumes de tráfego atendidos são reduzidos devido a uma parte de cada ciclo de sinal ser dedicada ao tráfego que cruza a via.

Em rodovias com características deficientes e tráfego diversificado, com diferentes tipos de veículos além dos carros de passeio, é necessário aplicar fatores de ajuste aos fluxos de tráfego utilizados como volumes de projeto, considerando as condições ideais da rodovia. Esses ajustes são essenciais para determinar o volume de tráfego diversificado que pode ser atendido, mantendo condições operacionais aceitáveis na rodovia em questão como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Congestionamento Devido a Situação Precária da Rodovia



Fonte: Alexandre Guzanshe (2022);

- Fatores de tráfego

O fluxo de tráfego é habitualmente constituído por uma diversidade de veículos, como automóveis particulares, veículos de carga, ônibus e, ocasionalmente, veículos recreativos e bicicletas. Adicionalmente, o fluxo de tráfego não é uniforme ao longo das diferentes horas do dia, nos diversos dias do mês, nas estações do ano ou ao longo dos anos. Ambas essas variáveis, a composição do tráfego e suas flutuações em termos de fluxo, devem ser levadas em consideração na determinação dos volumes de tráfego que resultam em níveis aceitáveis de congestionamento, bem como na análise da duração temporal desse fluxo, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Congestionamento Devido ao Fluxo de Trafego em Rodovia Brasileira



Fonte: EL PAÍS (2018);

3.4.3. Anel viário

Os circuitos de primeira classe (anéis viários), centrados no trânsito mais externo, oportunizam a desenvolvimento e ligação das regiões da periferia, desviando ou evitando, assim, o ponto de irradiação (centro). Os efeitos nos transportes e na estrutura espacial decorrem, portanto, do afastamento entre o circuito e o centro e da relação centro-periferia, que, chegando certo ponto, deveria se diluir e subdividir para outros centros e subcentros (SOUZA, 2022).

Maia (1930) já discursa em seu famoso plano de avenidas para a cidade de São Paulo sobre o traçado do tipo radial, que, segundo ele, se colocaria como um sistema viário ideal. Vê-se uma exaltação a prerrogativas de Joseph Stubben, urbanista alemão que trabalhava o desenho de radiais e perimetrais e de Eugène Hénard, urbanista francês, e seu conceito de perímetro de irradiação (Leme, 1990). Para Maia (1930), a combinação desses dois aspectos resultaria numa trama ideal de organização do espaço urbano que se centraria na dicotomia centro-periferia, criando uma lógica de fácil circulação subsidiada por pontos de interesse e atividades para os quais convergiriam os fluxos.

Porém, foi do outro lado do Atlântico, que os anéis viários foram produzidos em larga escala e com características essencialmente rodoviárias (mais precisamente autoestradas). Isso se deve ao fato dos Estados Unidos e do Canadá terem aportado grandes somas de recursos na construção de autoestradas e anéis viários no período pós II Guerra Mundial. Para os EUA a

primeira motivação era segurança nacional. Precisava-se garantir rápida mobilização de tropas, equipamentos e mantimentos através do território (administração Dwight Eisenhower, 1953-1961). Além disso, os investimentos rodoviários eram uma forma de reforçar a integração nacional e ao mesmo tempo contribuir com a manutenção da atividade econômica (Payne-Maxie Consultants, 1980).

Diferentemente da concepção norte-americana, coube principalmente ao governo brasileiro a responsabilidade por projetar e implantar anéis viários, valendo-se de recursos financeiros próprios e havendo eventual participação do governo federal. O Rodoanel Mário Covas e o Arco Metropolitano do Rio de Janeiro, ambos em implantação, possuem aporte de recursos federais, mas em proporções diferentes. No anel viário fluminense o governo federal tem participação proporcionalmente maior quando comparado ao caso paulista. Há casos, no entanto, como o anel viário de Belo Horizonte, que é composto por rodovias federais e administrado pelo DNIT (Maciel, 2011).

3.5. Patologias do pavimento flexível em asfaltos

Segundo BERNUCCI (2008) o pavimento é uma estrutura constituída de múltiplas camadas com variações nas suas espessuras feita acima da terraplanagem, com a finalidade de resistir aos esforços provenientes da circulação de veículos e do clima, proporcionando aos seus usuários boas condições de rolamento, conforto, economia e segurança.

O pavimento tem como camadas principais: subleito, reforço de subleito, sub-base, base e revestimento como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Trecho da Avenida Ranufo Paes de Barros



Fonte: Bernucci (2008)

Segundo DNIT (2009) o reforço do subleito trata-se de uma camada estabilizada granulometricamente, que é feita sobre o a terraplanagem do subleito (já compactado e regularizado). Mais utilizado quando precisa reduzir a espessura da camada superior (sub-base), e faz-se necessária devido à baixa capacidade de suporte do subleito.

De acordo com DNIT (2009) a sub-base é a camada que fica entre a base e o reforço do subleito e é complementar à camada base, pois também pode ser utilizado para regularizar a espessura da base. É aconselhável sua execução quando por questões técnicas e econômica não pode ou não é viável executar a base diretamente sobre o leito regularizado ou sobre o reforço.

Conforme DNIT (2009) a base tem como finalidade resistir e disseminar ao subleito todos os esforços provenientes do tráfego e, a camada sobre a qual o revestimento irá repousar.

Para Bernucci (2008) o revestimento asfáltico é camada final da pavimentação que recebe as cargas provenientes do tráfego e distribui de forma atenuada as camadas inferiores, deve resistir aos desgastes provocados pelo atrito do pneu no revestimento, além de melhorar as condições de rolamento oferecendo comodidade e segurança.

A necessidade de intervenções de reparo e manutenção em pavimentos é inerente, sendo sua frequência ampliada com a aproximação do término de sua vida útil. Este fenômeno pode ser atribuído à durabilidade limitada da via, à execução inadequada da pavimentação, à falta de diligência ou descuido por parte do poder público municipal em conformidade com normativas ou na implementação de projetos que garantam uma execução eficiente.

Os tipos de patologias mais comum e causas encontradas em pavimentos asfálticos serão descritas abaixo:

- **Desgaste ou Desagregação**

Para Bernucci (2008) o desgaste ou desagregação é proveniente da separação dos agregados da superfície do revestimento asfáltico devido à perda da mástique junto ao agregado, ou seja, a falha de adesividade do ligante-agregado provoca o efeito de desprendimento progressivo dos agregados do revestimento, produzindo com isso uma aspereza na sua superfície.

- **Remendo**

Segundo Bernucci (2008) o remendo se torna um defeito devido a uma atividade de conservação da superfície caracterizada pelo preenchimento de panelas ou alguma outra patologia que resulta em orifício ou depressão na camada superficial ou demais camadas por apontar um local de fragilidade do revestimento e por provocar desconforto devido à elevação que geralmente apresentam.

- **Panela ou buraco**

De acordo com Bernucci (2008) panela ou buraco é uma patologia do revestimento asfáltico em forma de uma cavidade que pode vir a ser superficial ou não, ou seja, que podem atingir ou não as camadas inferiores do revestimento, estas cavidades apresentam-se de tamanhos variados.

- **Trincas longitudinais**

De acordo com DNIT (2003) as trincas longitudinais são fendas paralelas ao eixo da pista podendo ser classificadas como curtas ou longas dependendo da extensão da trinca. Extensões com até 100 cm de é denominada trinca longitudinal curta e acima de 100 cm denominada de trinca longitudinal longa. As origens desse tipo de patologias estão ligadas ao alastramento de trincas nas camadas inferiores à do revestimento asfáltico, a dilatação da capa asfáltica devido as variações de temperaturas e o recalque diferencial.

- **Drenagem defeituosa**

De acordo com Stuchi (2005) o sistema de drenagem tem como função fundamental a coleta das águas pluviais e sua condução ao local adequando evitando assim que diversas patologias provenientes da presença constante de água no pavimento. Os elementos principais que constituem um sistema de drenagem são: meios-fios ou guias, sarjetas e galerias.

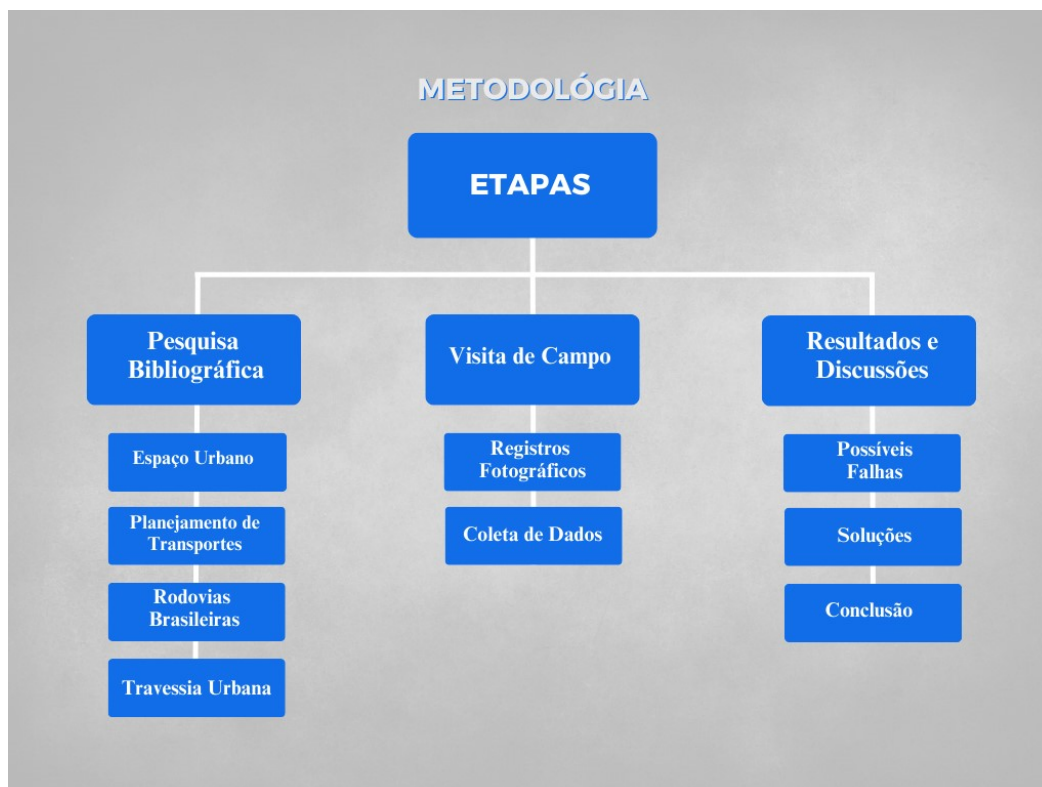
4. METODOLOGIA

Como o Estudo de Caso não é uma técnica de pesquisa, ele se enquadra na modalidade Pesquisa de Campo ou Qualitativa, na medida em que consiste em estudar o todo, seja esse todo "um indivíduo, uma família, uma instituição ou uma comunidade" (Goldenberg, 2004, p.33).

A avenida de contorno está localizada na periferia da cidade do Iguatu-CE, seu acesso se dá através da CE-060 e contorna uma parte específicas da área urbana com uma extensão de 7km, tendo o seu fim na mesma CE-060 com acesso à avenida Cruzeiro do Sul que passa no núcleo urbano da cidade e é a única via de saída da cidade para BR-116.

Por se tratar de um tema no qual exige muitas observações e conhecimentos bibliográficos, para este trabalho, a forma de exposição foi o estudo de caso. É uma investigação de natureza teórica qualitativa, de forma a obter uma análise mais abrangente da investigação em questão, seguindo etapas metodológicas para o desenvolvimento dessa pesquisa que será descrito através do fluxograma mostrado na Quadro 1.

Quadro 1 - Fluxograma Metodológico da Pesquisa



Fonte: autoria própria (2023)

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, onde se realiza uma revisão extensiva da literatura existente sobre o tema de interesse. Isso inclui a identificação de fontes relevantes, como livros e artigos acadêmicos. Durante essa fase, os materiais selecionados são lidos e analisados criticamente, com o objetivo de identificar teorias, metodologias e descobertas anteriores pertinentes ao problema de pesquisa.

Após a revisão bibliográfica, se inicia o planejamento da visita de campo. Isso implicou a identificação do local da visita, o planejamento logístico e o desenvolvimento de instrumentos de coleta de dados adequados.

Com o planejamento concluído, é realizada a visita de campo, onde os dados foram coletados de acordo com o plano estabelecido. Isso envolveu deslocamento para o local identificado, execução da coleta de dados conforme planejado e registro de observações relevantes. Após a coleta de dados, segue-se a análise dos mesmos. Os dados coletados foram organizados e submetidos a métodos analíticos apropriados.

Os resultados foram então interpretados à luz das perguntas de pesquisa e do contexto teórico. Por fim, passamos para a discussão dos resultados, onde os achados da pesquisa são analisados e interpretados. Isso inclui a comparação dos resultados com as teorias existentes, a exploração de implicações e significados dos resultados e a discussão de possíveis limitações do estudo, bem como sugestões.

4.1. Apresentação do estudo de caso

O foco de estudo do presente trabalho é da via de contorno implantado na cidade Iguatu – CE, verificando as necessidades que cercam tais condições. A cidade localizada no centro sul do estado do Ceará, se destaca por ser polo econômico da região, sendo conhecida por um forte comércio e indústria local, que atrai pessoas de todos os municípios que englobam a região e envolvem transporte de cargas pesadas para suprir as demandas de abastecimento da indústria e comércio.

Com uma população de 98.064 habitantes segundo o último censo realizado pelo IBGE (2022), o que coloca a cidade como a 9ª mais populosa do estado. Cortada pela CE-060 de competência estadual, no qual é um importante via de acesso a BR-116 de competência federal. Toda via, com o crescimento populacional e a urbanização contínua, a cidade enfrenta uma série de problemas relacionados à mobilidade, incluindo congestionamentos de tráfego,

poluição do ar, acidentes de trânsito e falta de espaços públicos acessíveis. A Figura 10 mostra o mapa de localização da cidade.

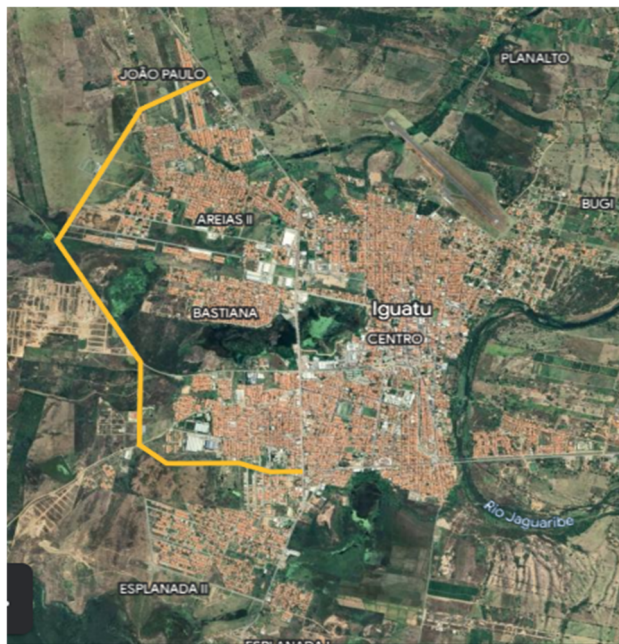
Figura 9 - Mapa da Localidade da Cidade de Iguatu-CE



Fonte: Google Earth (2023)

Iniciada a sua execução em 2010 e finalizada em 2012 a construção da via de contorno da cidade de Iguatu – CE, tem como objetivo gestão devido a alta demanda de tráfego no núcleo urbano da cidade devido à alta concentração de transporte de veículos pesados que por lá passam. Foi executada obedecendo um traçado como mostra a Figura 10.

Figura 9 - Geometria da Via de Contorno do Iguatu – CE



Fonte: Google Earth (2023)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Dados Característicos da Área de Estudo

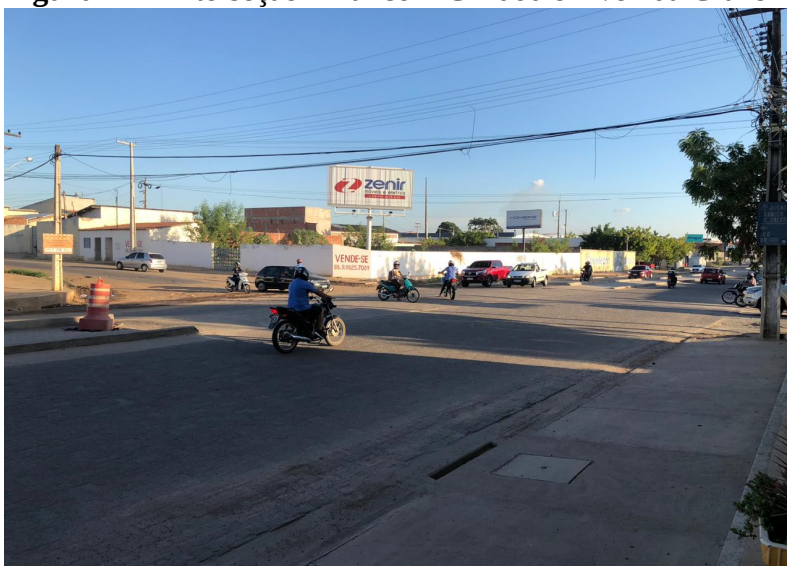
Inicialmente ao ser projetada e executada se caracterizava por ser uma área remota, porém, a região na qual foi construída vem recebendo diversos empreendimentos comerciais, residenciais e industriais fruto do crescimento populacional e econômico. A Figura 11 e 12, mostram os pontos de interseção inicial e final da rodovia.

Figura 10 – Interseção Inicial de Acesso Através da CE-060



Fonte: autoria própria (2023)

Figura 12 – Interseção Final com CE-060 e Avenida Cruzeiro do Sul



Fonte: autoria própria (2023)

A via possui duas faixas de tráfego em pavimento asfáltico em cada direção para acomodar um volume significativo de veículos. Os sentidos de tráfego da via são separados por uma ciclovia e possuem calçadas nas laterais. O tráfego na avenida em condições de funcionamento normal é geralmente rápido e fluido e as velocidades regulamentadas são mais altas do que nas vias internas da cidade, com sinalização indicando a permissão para velocidades até 60 km/h. Como mostra a Figura 13.

Figura 11 - Avenida do Contorno



Fonte: autoria própria (2023)

No entanto o pavimento dessa rodovia apresenta muitas patologias e péssimo estado de conservação com muitos buracos, rachaduras e outras irregularidades. Esse estado de deterioração do revestimento asfáltico aumenta os riscos para os veículos, incluindo danos aos pneus e à suspensão ou seja problemas mecânicos, riscos de acidentes entre outros problemas. A sinalização é inexistente, não sendo encontradas placas verticais nem sinalização horizontal sobre o revestimento (Figura 14).

Figura 12 – Patologias Estruturais Presentes na Via



Fonte: autoria própria (2023)

Durante o período de pesquisa de campo desse estudo para registro das patologias, foram iniciadas algumas obras de recuperação em alguns trechos para corrigir as patologias citadas anteriormente. A movimentação de máquinas pesadas implicou em trechos com interdição do tráfego, modificando as condições normais de funcionamento da via (Figura 15).

Figura 13 - Trecho em Obra



Fonte: autoria própria (2023)

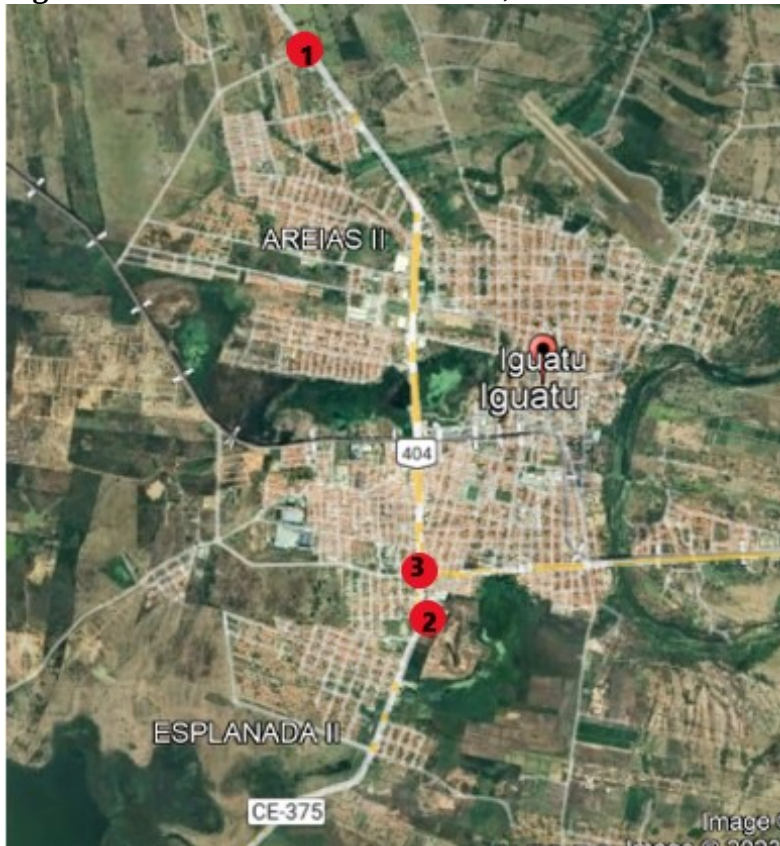
5.2. Pesquisa de Volume de Tráfego

As pesquisas de caracterização e contagem volumétrica a análise do volume de tráfego é uma etapa importante e fundamental para avaliar o nível de serviço ofertado e possíveis razões para melhoria estrutural em determinada via. Essa pesquisa tem relevância para o planejamento urbano, a gestão do trânsito e a melhoria da mobilidade. Para realizar uma pesquisa de volume de tráfego, é essencial realizar observações iniciais que proporcionem uma visão abrangente do ambiente em questão.

Nesse sentido, foi realizado um mapeamento detalhado da área de estudo, identificando as interseções, ponto que em geral apresentam conflitos de movimentos de veículos e/ou pedestres e que, neste trabalho são importantes para a análise da avenida de contorno, foco do presente trabalho. Essa verificação foi fundamental para definir os pontos de coleta de dados. A escolha dos intervalos de pesquisa em horários de pico e nos períodos fora do pico, ou seja, de menor movimentação foi vital para garantir uma coleta representativa de dados. Isso permitiu entender as variações ao longo do dia e definir horários e intervalos para contagem para a obtenção de dados realmente significativos na solução do problema em estudo.

Foram determinados os intervalos de pico no período da manhã e da tarde. Assim, foi escolhido os intervalos de 06:30 às 07:30 no período da manhã; é 16:45 às 17:45 no período da tarde. Foram estabelecidos três pontos para realização da contagem volumétrica; a escolha dos pontos para coleta de dados se deu a partir de uma localização estratégica fundamental para a área de pesquisa, o que garantiu uma visão abrangente do comportamento do tráfego. Ao considerar esses fatores durante a escolha, foi possível determinar os pontos de coletas representados na Figura 16.

Figura 14 - Postos de coletas de dados;



Fonte: autoria própria (2023)

Para o dar sequência a pesquisa, foi criada uma planilha (Apêndice A), com base no modelo do DNIT (2006), para que os dados fossem devidamente contabilizados. Durante a pesquisa também foram classificados os veículos pesados em circulação pela área de estudo por tipo: caminhões leves, caminhões pesados, ônibus e micro ônibus. Esses veículos são influenciadores de características do tráfego por onde circulam, principalmente me áreas urbanas, influenciando na velocidade, risco de acidentes, congestionamentos entre outros impactos. Como o objetivo da coleta de dados foram os veículos pesados os tipos de veículos caracterizados como leves como bicicletas, motocicletas e automóveis, não foram contabilizados.

Os resultados obtidos na pesquisa destacam a eficácia e relevância da metodologia adotada, bem como a validade do que já tinha se observado empiricamente. Ao longo do estudo, foram coletadas e analisadas informações que corroboram as previsões iniciais, indicando uma consistência nos dados obtidos. Além disso, a abordagem metodológica adotada demonstrou ser apropriada para investigar as variáveis em questão, fornecendo uma compreensão aprofundada da problemática estudada.

Um dos pontos-chave que contribuiu para o sucesso da pesquisa foi a contagem minuciosa dos veículos alvo da pesquisa. A quantidade de amostras obtidas durante a coleta de dados permitiu um grau significativo de confiança. Que revelou padrões significativos e relações entre as variáveis, fornecendo uma base sólida para as conclusões tiradas. A consistência dos resultados ao longo do presente trabalho fortalece a confiança na validade interna do estudo.

É importante ressaltar que os resultados satisfatórios não apenas confirmam as hipóteses, mas também têm implicações práticas relevantes. Tais conclusões podem ser aplicadas em contextos específicos, contribuindo para o avanço do conhecimento na região de estudo e, potencialmente, influenciando decisões e práticas relacionados a avenida de contorno da cidade de Iguatu/CE.

Em síntese, os resultados da pesquisa destacam a contribuição significativa para a cidade e a compreensão do tema em estudo. A discussão aberta sobre as limitações e as sugestões para pesquisas futuras enriquecem a análise, promovendo uma abordagem crítica e reflexiva aos resultados alcançados.

As planilhas a seguir apresentam os resultados obtidos com a contagem classificatório de veículos realizadas na área de estudo.

Quadro 2- Dados da contagem no ponto 01

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO

DATA: 08/01/2024 LOCAL: IGUATU, CEARA
 INTERVALO: 06:30 07:30
 PONTO: 1

TIPO/ HORARIO	06:30 às 06:45	06:45 às 07:00	07:00 às 07:15	07:15 às 07:30	TOTAL
Bicicleta					
Motocicleta					
Veículo leve					
ônibus (micro)	12	9	5	2	28
Ônibus Turismo Viagens	6	7	3	5	21
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)	17	13	14	9	53
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)	9	9	6	5	29
TOTAL					131

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO

DATA: 08/01/2024 LOCAL: IGUATU, CEARA
 INTERVALO: 16:45 17:45
 PONTO: 1

TIPO/ HORARIO	16:45 às 17:00	17:00 às 17:15	17:15 às 17:30	17:30 às 17:45	TOTAL
Bicicleta					
Motocicleta					
Veículo leve					
ônibus (micro)	4	6	7	5	22
Ônibus Turismo Viagens	3	3	2	7	15
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)	17	14	15	13	59
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)	11	11	13	8	43
TOTAL					139

Fonte: autoria própria (2023)

Quadro 3 - Dados da contagem no ponto 02

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO					
DATA:	10/01/2024	LOCAL: IGUATU, CEARA			
INTERVALO:	06:30 07:30				
PONTO:	2				
TIPO/ HORARIO	06:30 as 06:45	06:45 as 07:00	07:00 as 07:15	07:15 as 07:30	TOTAL
Bicicleta					
Motocicleta					
Veiculo leve					
ônibus (micro)	6	5	2	0	13
Onibus Turismo Viagens	3	1	2	2	8
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)	10	8	11	5	34
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)	4	7	7	2	20
TOTAL					75

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO					
DATA:	10/01/2024	LOCAL: IGUATU, CEARA			
INTERVALO:	16:45 17:45				
PONTO:	2				
TIPO/ HORARIO	16:45 as 17:00	17:00 as 17:15	17:15 as 17:30	17:30 as 17:45	TOTAL
Bicicleta					
Motocicleta					
Veiculo leve					
ônibus (micro)	2	3	4	4	13
Onibus Turismo Viagens	3	3	2	3	11
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)	9	11	15	9	44
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)	7	7	8	3	25
TOTAL					93

Fonte: autoria própria (2023)

Quadra 4 - Dados da contagem no ponto 03

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO

DATA: 11/01/2024 LOCAL: IGUATU, CEARA
 INTERVALO: 06:30 07:30
 PONTO: 3

TIPO/ HORARIO	06:30 as 06:45	06:45 as 07:00	07:00 as 07:15	07:15 as 07:30	TOTAL
Bicicleta					
Motocicleta					
Veiculo leve					
ônibus (micro)	6	5	5	3	19
Onibus Turismo Viagens	4	6	3	3	16
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)	14	11	11	9	45
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)	14	10	11	10	45
TOTAL					125

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO

DATA: 11/01/2024 LOCAL: IGUATU, CEARA
 INTERVALO: 16:45 17:45
 PONTO: 3

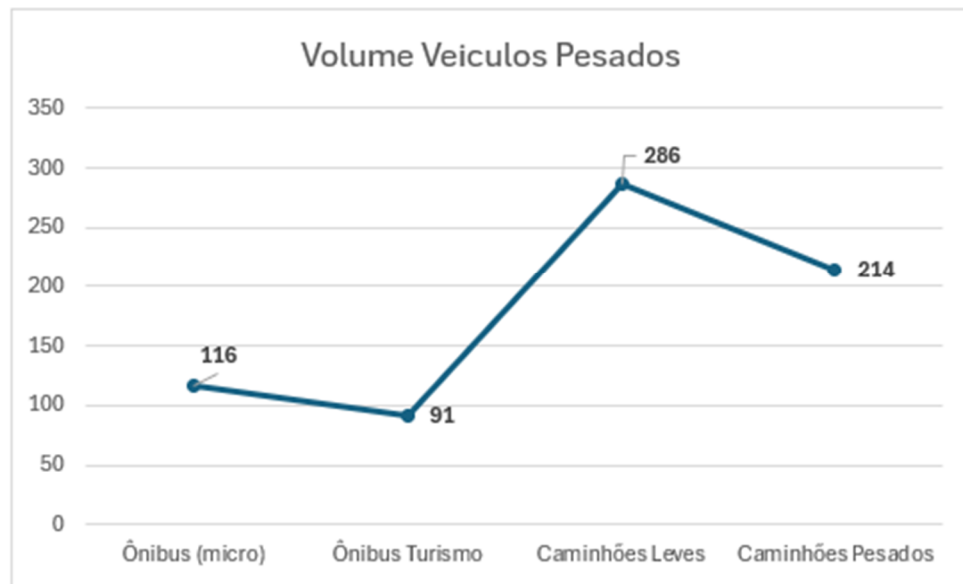
TIPO/ HORARIO	16:45 as 17:00	17:00 as 17:15	17:15 as 17:30	17:30 as 17:45	TOTAL
Bicicleta					
Motocicleta					
Veiculo leve					
ônibus (micro)	4	5	7	5	21
Onibus Turismo Viagens	5	3	5	5	18
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)	13	12	15	11	51
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)	14	13	13	12	52
TOTAL					142

Fonte: autoria própria (2023)

Em primeiro lugar, a intensa presença de caminhões leves e pesados foi identificada como mostra a Figura 17.

FIGURA 17 – Tabela e Gráfico com os Resultados Obtidos

Tipo de Veículo	08/01- Manha	08/01 Tarde	10/01 Manha	10/01 Tarde	11/01 Manha	11/01 Tarde	TOTAIS
Ônibus (micro)	28	22	13	13	19	21	116
Ônibus Turismo	21	15	8	11	18	18	91
Caminhões Leves	53	59	34	44	45	51	286
Caminhões Pesados	29	43	20	25	45	52	214
Total Parcial	131	139	75	93	127	142	
Total final	270		168		269		707



Fonte: autoria própria (2023)

Esses dados podem indicar uma atividade econômica vibrante e um forte comércio local. Isso pode ser interpretado como um sinal positivo de desenvolvimento econômico na região, com uma rede robusta de estabelecimentos comerciais atendendo às necessidades da comunidade local.

Por outro lado, o destaque do fluxo de caminhões leves e pesados também levanta preocupações sobre o impacto no tráfego e na infraestrutura viária local. O aumento do volume de veículos de carga resulta em congestionamentos, desgaste da pavimentação e potenciais problemas de segurança nas estradas.

A análise dos dados colhidos, impressiona ainda mais quando feito o levantamento dos veículos que realmente acessam a avenida de contorno nos pontos 1 e 3 nos quais fazem interseção e possibilitam aos motoristas o acesso a mesma. Durante os períodos de contagem,

foram contabilizados também os veículos nos quais acessam e se utilizam dessa avenida para trafegar como mostra os resultados na Figura 18.

Figura 15 - Dados dos Veículos Pesados que Acessam a Avenida de Contorno

PONTOS	TOTAL DE VEICULOS	UTILIZARAM A AVENIDA DE CONTORNO	PORCENTAGEM
1	270	33	12%
3	267	20	7%
TOTAL	537	53	10%

Fonte: autoria própria (2023)

5.3. Falhas na Execução e Consequências

O planejamento e o projeto de uma rodovia são passos cruciais para garantir sua funcionalidade e segurança. No entanto, ocasionalmente, falhas podem ocorrer durante o processo de concepção, resultando em impactos adversos na eficiência e na segurança viária. Nesse sentido, uma falha específica de projeto no traçado foi identificada.

No contexto viário, a concepção de avenidas de contorno, surge como uma estratégia eficaz para desviar o tráfego de áreas congestionadas. No entanto, é fundamental compreender que não deve ter seu término no núcleo urbano da cidade. A avenida de contorno viário do Iguatu-CE, termina no núcleo da cidade, onde há uma alta concentração de tráfego, e ao invés de dispersar de maneira uniforme, se concentra abruptamente na via urbana interna, conhecida como avenida Cruzeiro do Sul. Isso resulta em congestionamentos significativos, contrapondo o propósito inicial da avenida de contorno viário.

Com a avenida de contorno terminando no núcleo da cidade, os motoristas são desencorajados a utilizá-la, optando por rotas alternativas para evitar o congestionamento e as péssimas condições na qual se encontra. Isso compromete a eficácia da avenida de contorno como uma via de circunferência eficiente.

A ausência de sinalizações, como placas informativas, indicativas e de advertência, é um fator que cria um ambiente de insegurança para os usuários da rodovia de contorno. A falta de informações claras sobre direções, limites de velocidade e outros aspectos essenciais pode dissuadir os motoristas de optarem por essa rota, escolhendo caminhos mais familiares e devidamente sinalizados.

Mesmo que a rodovia de contorno seja mais eficiente, a falta de sinalizações pode levar os motoristas a preferirem rotas mais familiares e conhecidas. A resistência à mudança e o receio de enfrentar uma via desconhecida sem sinalizações adequadas podem levar à subutilização da rodovia.

Outro fator observado, foi o péssimo estado da via de contorno. Cheias de buracos, irregularidades e falta de manutenção, que tornam a experiência de dirigir, andar de bicicleta ou utilizar o transporte público extremamente desconfortável para os usuários. O desconforto pode desencorajar o uso dessas vias, levando as pessoas a buscar alternativas mais suaves e bem conservadas.

Apesar de ser projetada para ser uma rodovia de tráfego mais rápido, as más condições frequentemente resultam em tempos de viagem mais longos. A necessidade de desviar de buracos e reduzir a velocidade para evitar danos aos veículos decorrentes de problemas na pavimentação contribui para uma experiência demorada e frustrante. Isso leva os usuários a evitarem as vias, buscando rotas alternativas mais eficientes.

5.4. Soluções sugeridas

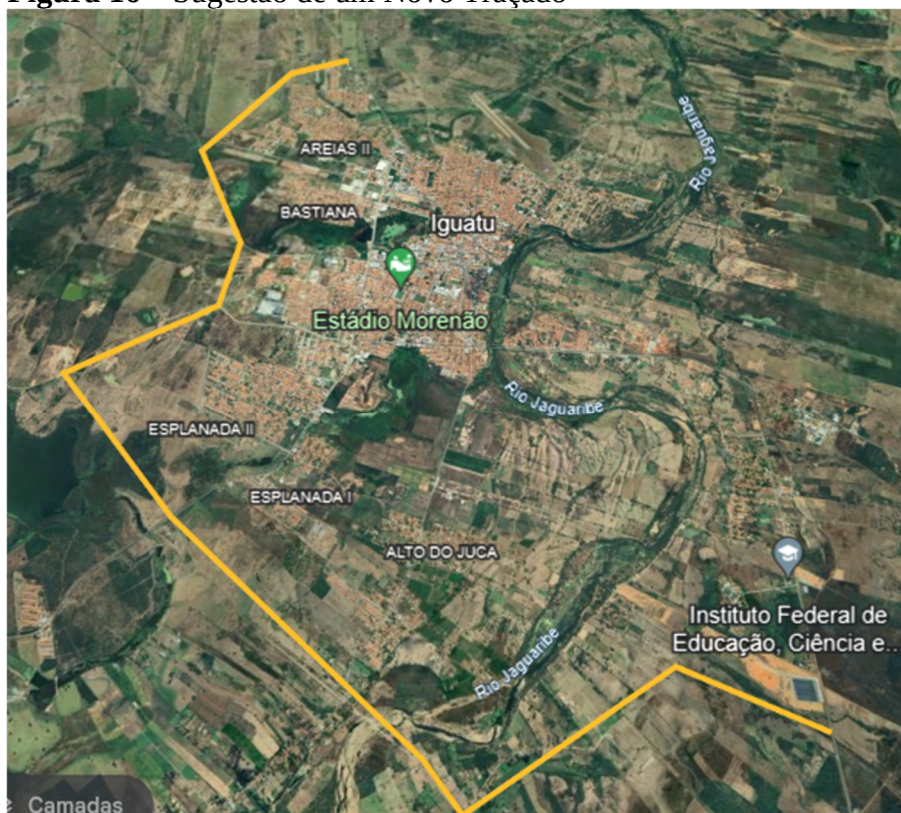
5.4.1. Revisão no traçado existente

A dinâmica incessante do crescimento urbano e o aumento exponencial do tráfego veicular impõem desafios significativos à infraestrutura viária. No contexto específico da via de contorno do Iguatu-CE, torna-se essencial considerar a urgente necessidade de uma revisão em seu traçado. Com o contínuo desenvolvimento urbano, a configuração atual do traçado da via de contorno já não atende às demandas crescentes de mobilidade. Uma mudança estratégica permitirá que a via se ajuste ao novo panorama urbano, garantindo uma integração harmoniosa com o entorno.

O traçado existente apresenta pontos de estrangulamento que resultam em congestionamentos e atrasos. A reconfiguração da via, eliminando esses gargalos, contribuirá significativamente para a fluidez do tráfego, reduzindo o tempo de deslocamento e melhorando a experiência dos usuários.

Diante das complexidades urbanas e das crescentes exigências do tráfego no presente estudo, a mudança no traçado da via de contorno não é apenas desejável, mas necessária. Essa alteração estratégica é um investimento na eficiência, segurança e sustentabilidade do sistema viário, assegurando que a via cumpra plenamente seu papel como elemento integrador e facilitador do desenvolvimento urbano. A implementação de uma mudança ponderada e bem planejada refletirá não apenas na melhoria da infraestrutura, mas também na qualidade de vida da comunidade. Nesse contexto a Figura 23, apresenta a sugestão de configuração de um novo traçado proposto para a via de contorno na cidade do Iguatu-CE.

Figura 16 – Sugestão de um Novo Traçado



Fonte: autoria própria (2023)

Está sugestão apresentada, visa entradas vicinais já existente o que gera economia em uma possível execução do traçado, com intuito econômico também se aproveita parte do traçado existente. Esse novo traçado apresenta uma extensão de 16 km aproximadamente e tem seu fim em uma rodovia distante do núcleo urbano desviado todos os tráfegos de veículos que acarretam na sobrecarga viária do núcleo urbano.

5.4.2. Investimento em sinalizações

O planejamento e a implementação de vias de contorno desempenham um papel crucial no gerenciamento eficiente do tráfego urbano, proporcionando alternativas estratégicas para desafogar áreas congestionadas. No entanto, para garantir o uso efetivo dessas vias, a presença de uma sinalização adequada é de extrema importância.

A sinalização clara e precisa guia os motoristas ao longo da via de contorno, permitindo uma navegação eficiente. Setas direcionais, placas informativas e indicadores de saída são essenciais para que os condutores possam seguir o trajeto correto, minimizando a probabilidade de erros e congestionamentos. Sinalizações adequadas contribuem diretamente para a segurança viária. Ao alertar os motoristas sobre curvas, cruzamentos e limites de velocidade, a sinalização reduz os riscos de acidentes e garante uma circulação mais ordenada, especialmente em trechos críticos das vias de contorno.

Adequadas sinalizações facilitam a integração das vias de contorno com outras rodovias e estradas locais. Isso é vital para otimizar a conectividade e permitir que a via de contorno cumpra efetivamente seu papel de rota alternativa.

A presença de uma sinalização clara, informativa e bem planejada é um elemento crucial para maximizar a eficiência, segurança e funcionalidade dessas vias. Investir na implementação e manutenção adequada da sinalização é um passo fundamental para garantir que as vias de contorno desempenhem efetivamente seu papel no contexto do sistema viário, contribuindo para uma mobilidade urbana mais eficiente e segura.

5.4.3. Manutenção frequente

As sugestões anteriormente citadas, terá uma maior eficiência se agregada a manutenção frequente. A importância desse cuidado contínuo nas vias de contorno, é um pilar essencial para a preservação de sua funcionalidade. A manutenção frequente inclui a preservação da superfície asfáltica, garantindo que esta esteja em condições ideais. A aplicação de selantes, reparo de fissuras e a renovação da sinalização contribuem para uma via de contorno mais durável e resistente aos efeitos do clima e do tráfego constante.

A identificação e correção ágil de defeitos, como buracos e saliências, são essenciais para garantir a segurança dos usuários. Manter a via livre de obstáculos contribui para uma condução suave, minimizando o risco de danos aos veículos e, mais importante, prevenindo acidentes. a manutenção frequente nas vias de contorno é um investimento essencial para preservar e otimizar o funcionamento dessas importantes rotas alternativas. Uma via de contorno bem mantida não apenas garante a eficiência no fluxo de tráfego, mas também é crucial para a segurança dos usuários. Ao priorizar e investir na manutenção constante, as cidades podem assegurar que suas vias de contorno desempenhem um papel duradouro na promoção de uma mobilidade urbana segura, eficiente e sustentável.

6. CONCLUSÃO

A análise da travessia urbana e da efetividade das vias de contorno em Iguatu-CE revelou percepções valiosas sobre os desafios e potenciais soluções no contexto do crescimento urbano e da mobilidade. O estudo evidenciou a importância crítica dessas vias alternativas na otimização do tráfego, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas.

Ao explorar o estudo de caso em Iguatu-CE, ficou claro que as vias de contorno desempenham um papel significativo na redistribuição do fluxo veicular, contribuindo para a minimização de congestionamentos nas áreas centrais da cidade. Contudo, a efetividade dessas vias não é uma garantia automática; requer uma abordagem holística que englobe planejamento urbano, infraestrutura viária e a consideração contínua das necessidades da comunidade local.

O estudo ressaltou a necessidade de avaliações periódicas e adaptações ao projeto das vias de contorno, alinhando-as às demandas em constante evolução. A implementação de medidas eficazes de sinalização, segurança e manutenção emergiu como fatores críticos para garantir a funcionalidade contínua dessas rotas alternativas.

Em suma, a análise da travessia urbana e das vias de contorno em Iguatu-CE sublinha a complexidade intrínseca à gestão da mobilidade urbana. Este estudo serve como um chamado à ação, incentivando o constante aprimoramento e adaptação das estratégias de planejamento e execução, para que as vias de contorno continuem desempenhando um papel vital no desenvolvimento sustentável e na qualidade de vida da comunidade iguatense.

Os dados coletados nos pontos já descritos, tornaram evidente a magnitude do volume de tráfego na área estudada. As informações coletadas revelam não apenas a extensão do problema, mas também oferecem informações valiosas sobre os padrões de tráfego, comportamentos dos condutores e pontos críticos que demandam atenção especial.

REFERÊNCIAS

- BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1ª Ed. - Rio de Janeiro: Petrobrás ABEDA, 2008.
- CAMPOS V. B. G. **Planejamento de transportes: conceitos e modelos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013.
- CARTER, Everett C., HOMBURGER, Wolfgang S., **Institute of Transportation Engineers, Institute of Traffic Engineers**; Reston Pub. Co., 1978
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Criação e cadastro de anel ou contorno rodoviário. Norma 003/2002, 2002.**
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de implantação básica de rodovia. 3ª edição, 2010.**
- DNIT. **Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro – RJ, 2003.
- FERREIRA, José Bento. **Rodoanel, anel viário ou avenidas perimetrais?** Revista LABVERDE, São Paulo, nº 8, artigo nº 02, p. 31-45, junho/2014.
- MACIEL, Vladimir Fernandes. **Dando voltas: efeitos econômicos da implantação de uma nova Rodovia – o caso do rodoanel metropolitano de São Paulo**. 2011. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo), Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.
- MAIA, Francisco Prestes. **Plano de Avenidas. São Paulo: Melhoramentos, 1930.**
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Política nacional de mobilidade urbana sustentável. Cadernos Mocidades– Mobilidade Urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, 2004a.
- MONGIN, O. **A Condição Urbana: a cidade na era da globalização**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
- MUMFORD, Lewis. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. Trad. Neil R. Silva. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- PIMENTA, C. R. T. **Projeto geométrico de rodovias**. São Carlos, Sp: Rima, 2004.
- PAYNE-MAXIE CONSULTANTS. **The Land use and urban development impacts of beltways**. Department of Transportation, Office of the Assistant Secretary for Policy and International Affairs, Federal Highway Administration and U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Community Planning and Development and National Urban Policy, 1980.

SOUZA, Suelen Cristina Dos Santos. **Análise sistêmica de impactos de anéis viários na mobilidade e na estrutura espacial urbana: um estudo de caso na região metropolitana de Goiânia. 2022.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade, da Faculdade de Artes Visuais, da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, 2022.

STUCHI, E.T. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SUTTON, J. **“Land Use Changes along Denver’s I-225 Beltway”.** Journal of TransportGeography, 7, p. 31-41, 1999.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intraurbano no Brasil.** 1 ed. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001.

APÊNDICE – PLANILHA DE CONTAGEM

CONTAGEM VOLUMETRICA/ CLASSIFICAÇÃO

DATA:
 LOCAL:

INTERVALO:

PONTO:

TIPO/ HORARIO					
Bicicleta					
Motocicleta					
Veiculo leve					
ônibus (micro)					
Ônibus Turismo Viagens					
Caminhões Leves (Um eixo simples e eixo duplo)					
Caminhão pesado (eixos tandem duplo ou triplo)					
TOTAL					