

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

MARIA ALICE DOS SANTOS SOUZA

**ANÁLISE E PROPOSTA DE REMODELAÇÃO DE ROTATÓRIA NO MUNICÍPIO
DE CAJAZEIRAS-PB**

Cajazeiras-PB
2023

MARIA ALICE DOS SANTOS SOUZA

**ANÁLISE E PROPOSTA DE REMODELAÇÃO DE ROTATÓRIA NO
MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Gabriel Lincoln Lopes Carvalho.

Cajazeiras-PB
2023

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva

Catálogo na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

S729a Souza, Maria Alice dos Santos.
Análise e proposta de remodelação de rotatória no município de
Cajazeiras-PB / Maria Alice dos Santos Souza. - 2023.
70f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da
Paraíba, Cajazeiras, 2023.

Orientador(a): Prof. Esp. Gabriel Lincoln Lopes Carvalho.

1. Engenharia civil. 2. Planejamento urbano. 3. Tráfego urbano. 4.
Segurança viária. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 625(043.2)

MARIA ALICE DOS SANTOS SOUZA

**ANÁLISE E PROPOSTA DE REMODELAÇÃO DE UMA ROTATÓRIA NO
MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 14 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Gabriel Lincoln Lopes Carvalho – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador

Amanda Jéssica Rodrigues – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

José Artur Passos Gonçalves – Externo à Instituição
Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar com tanta determinação e coragem.

À minha mãe, Maria Marcia, e à minha irmã, Mislaine, por estarem presentes desde o início.

Ao meu orientador, Gabriel Lincoln, pela dedicação, cuidado e apoio em todas as etapas, superando todos os obstáculos que surgiram. Sem dúvida, você é um exemplo de profissional para mim.

Aos meus amigos da Instituição Federal da Paraíba (IFPB) em especial a Pedro Ávila, Nicholas de Alencar, Fernanda Garcia, Saulo Victo, Iorhana Caldas, Moacir, Josiel, à sala da I-Minerva e seus membros, assim como todos que contribuíram de alguma maneira para o desenvolvimento deste trabalho e fizeram parte dessa jornada incrível.

Ao professor Gastão por todo acompanhamento disponibilizado e a todo o IFPB, pela oportunidade única de vivenciar todos esses desafios.

Aos meus colegas de estágio e a todos os engenheiros da Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado – SUPLAN.

RESUMO

A Engenharia de Tráfego desempenha um papel significativo no planejamento urbano de rodovias, buscando reduzir a ocorrência de incidentes. Embora as rotatórias sejam interseções que favoreçam um tráfego contínuo e eficiente, quando não projetadas de acordo com a localidade e suas necessidades específicas, podem contribuir para a incidência de sinistros. O objetivo desta pesquisa é analisar o fluxo da rotatória na Avenida Comandante Vital Rolim, no Município de Cajazeiras/PB, identificando seus pontos positivos e negativos, bem como a disposição de seus elementos, onde elaborou-se uma proposta de rotatória modelo a partir das demandas encontradas. O estudo adota uma abordagem quali-quantitativa, visando identificar o uso e ocupação do solo no entorno da rotatória e suas características conflituosas, afim de propor uma remodelação que promova um tráfego eficaz e eficiente, priorizando a segurança e a confiabilidade dos deslocamentos de pedestres, ciclistas e motoristas na região. Dessa forma, destaca-se a importância das análises para contribuir não apenas para um planejamento urbano eficaz da rótula, mas também permitiu ser compreendida como a configuração da rotatória impacta no trânsito local.

Palavras-chave: Planejamento urbano; sinistros; segurança viária; pedestres.

ABSTRACT

Traffic and Transportation Engineering plays a significant role in urban highway planning, aiming to reduce the occurrence of incidents. While roundabouts are intersections that favor continuous and efficient traffic flow, when not designed according to the locality and its specific needs, they can contribute to accident incidence. The objective of this research is to analyze the flow of the roundabout on Comandante Vital Rolim Avenue in the municipality of Cajazeiras/PB, identifying its strengths and weaknesses, as well as the arrangement of its elements. A model roundabout proposal was developed based on the identified demands. The study adopts a qualitative-quantitative approach, aiming to identify land use and occupancy around the roundabout and its conflicting characteristics. The goal is to propose a redesign that promotes effective and efficient traffic, prioritizing the safety and reliability of pedestrian, cyclist, and driver movements in the region. In this way, the importance of the analyses is emphasized, contributing not only to effective urban planning of the roundabout but also understanding how the roundabout configuration impacts local traffic.

Keywords: Urban planning; claims; road safety; pedestrians.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pontos de conflito na interseção de quatro ramos e na rótula com uma faixa de tráfego.	17
Figura 2 - Exemplo de rotatória convencional.	19
Figura 3 - Exemplo de mini rotatória.	20
Figura 4 - Exemplo de rotatória moderna compacta.	21
Figura 5 - Elementos de projeto de uma rótula moderna.	22
Figura 6 - Exemplo de rotatória dupla.	23
Figura 7 - Rotatória com elementos principais que a compõem.	26
Figura 8 - Formato das rotatórias de São José do Rio Preto.	27
Figura 9 - Exemplo de descentralização e centralização das vias de aproximação em São José do Rio Preto.	27
Figura 10 - Ramo de saída com a mesma largura do ramo de entrada (ex. rotatória Parque do Rio Preto).	28
Figura 11 - Ilha separada à esquerda e via auxiliar à direita.	29
Figura 12 - Faixas de segurança para pedestres.	29
Figura 13 - Levantamento dos passeios.	30
Figura 14 - Disposição da iluminação na via circular - em vermelho (ex. rotatória em São Carlos).	30
Figura 15 - Passeios com segregação física.	31
Figura 16 - Uso e ocupação do solo.	32
Figura 17 - Hierarquia viária da rotatória Parque do Rio Preto.	33
Figura 18 - Fluxograma de etapas metodológicas.	35
Figura 19 - Mapa de localização da área de estudo.	37
Figura 20 – Rotatória em estudo.	38
Figura 21– Rotatória em estudo e suas ilhas separadoras.	38
Figura 22 - Mapa de uso e ocupação do solo.	39
Figura 23 - Exemplos do uso e ocupação do solo no entorno da rotatória analisada.	40
Figura 24 - Mapa de cheios e vazios.	42
Figura 25 – Hierarquia viária.	43
Figura 26 - Mapa geral de elementos que compõem a rotatória.	44
Figura 27 - Ilha central e arborização.	45

Figura 28 - Faixa de entrada e saída e ilha separadora.	45
Figura 29 - Vias de entrada e saída.	46
Figura 30 - Ilha separadora.	46
Figura 31 - Mapa padrão de elementos que compõem a rotatória.	47
Figura 32 - Faixas de pedestres.	48
Figura 33 - Largura das faixas de entrada e saída (lado esquerdo).	49
Figura 34 - Largura das faixas de entrada e saída (lado direito).	50
Figura 35 - Centralização e descentralização das faixas.	50
Figura 36 - Elementos de uma rotatória moderna.	51
Figura 37 - Ausência de sinalização e faixas para pedestres e ciclistas nas vias que permitem a entrada e saída na rotatória.	52
Figura 38 - Iluminação inadequada.	53
Figura 39 - Parte do pavimento da rotatória.	53
Figura 40 - Falta de segregação de passeios.	54
Figura 41 - Ausência de arborização.	55
Figura 42 - Inexistência de faixas de pedestres.	55
Figura 43 - Diagrama (fatores positivos e negativos).	56
Figura 44 - Matriz FOFA.	57
Figura 45 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada.	60
Figura 46 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada 2.	61
Figura 47 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada 3.	62
Figura 48 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada 4.	63
Figura 49 – Vista superior do projeto de proposta de remodelação.	63
Figura 50 – Vista superior da proposta de remodelação com cotas.	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Indicadores e parâmetros a serem analisados.....	34
Quadro 2 - Quadro PPD.	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	ROTATÓRIAS	16
3.1.1	<i>Histórico</i>	16
3.1.2	<i>Condições para implementação de uma rotatória</i>	17
3.1.3	<i>Importância da utilização de uma rotatória</i>	17
3.2	TIPOS DE ROTATÓRIAS	18
3.2.1	<i>Rotatórias convencionais</i>	18
3.2.2	<i>Mini rotatórias modernas</i>	19
3.2.3	<i>Rotatórias modernas compactas</i>	20
3.2.4	<i>Rotatórias duplas</i>	22
4	METODOLOGIA	24
5	RESULTADOS E ANÁLISES	36
5.1	ANÁLISES REFERENTES AO OBJETO DE ESTUDO.....	36
5.1.1	<i>Análise da rotatória: Ilha central e Ilha separadora.</i>	37
5.1.2	<i>Entorno da rotatória: uso e ocupação do solo</i>	39
5.1.3	<i>Entorno da rotatória: cheios e vazios</i>	41
5.1.4	<i>Entorno da rotatória: hierarquia viária</i>	43
5.1.5	<i>Geometria: elementos que compõem a rotatória</i>	43
5.1.6	<i>Geometria: largura das faixas de entrada e saída</i>	49
5.1.7	<i>Geometria: centralização e descentralização dos ramos</i>	50
5.1.8	<i>Geometria: vias que permitem tanto a entrada quanto a saída na rotatória</i>	51

5.1.9 Pedestres: influências no passeio	52
5.1.10 Métodos: matriz FOFA.....	56
5.1.11 Métodos: quadro PPD.....	58
5.2 PROPOSTA DE REMODELAÇÃO	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, é evidente o aumento contínuo do uso das rodovias como modal de transporte e sua significativa influência na sociedade, uma vez que permite o transporte de cargas e pessoas. Segundo Freitas, Reis Filho e Rodrigues (2011), o transporte rodoviário é o modal mais utilizado pela população, a frota de veículos registrou uma quantidade de 111.446.870 em 2021, segundo os dados da Confederação Nacional do Transporte – CNT (2022).

Nesse sentido, é possível mencionar vários motivos pelos quais o transporte rodoviário ocupa essa posição. Um deles é o incentivo e o crescimento exponencial desse modal, especialmente após a revolução industrial, considerando que as cidades foram projetadas com foco principal nos veículos. Além disso, ele possui uma ampla malha rodoviária, que totaliza 1.720.909 km (CNT, 2022), proporcionando grande acessibilidade em termos de tarifas cobradas. Em comparação com outros tipos de modais, o transporte rodoviário se torna significativamente mais econômico, viável e oferece uma locomoção rápida e maior praticidade.

Para amenizar os problemas e sinistros ocasionados em pontos de interseções no trânsito, a Engenharia de Tráfego é uma das responsáveis em promover estratégias que amenizem as causas e consequências desta problemática. Uma das formas utilizadas são as rotatórias, que segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2005), são interseções de formato circular que possuem uma ilha central, onde o tráfego ocorre no mesmo sentido, sendo ele anti-horário. Os veículos que já estão circulando na rotatória têm prioridade em relação aos que não estão, assim o fluxo deve ocorrer de acordo com a movimentação já presente na rótula¹, caso isso não seja seguido, trará danos à circulação podendo até mesmo serem bloqueadas e causar atrito entre os veículos que a utilizam.

No Brasil, é possível apontar inúmeros problemas que envolvem as rotatórias e que podem consequentemente causar malefícios ao tráfego e a população. Seja a velocidade que o veículo circula a rotatória ou até mesmo o desrespeito à prioridade do que já está em circulação, influenciando no trajeto circular como um todo, pois irá depender da organização geral do tráfego para que evite problemas de congestionamentos ou sinistros que possam vir a ocorrer. Dessa maneira, rotatórias mal planejadas e que são elaboradas em desacordo com a localidade na qual ela está inserida ou será inserida, pode causar insegurança, desavenças,

¹ A rótula neste trabalho se refere a uma interseção rodoviária com o formato de uma rotatória.

congestionamentos, sinistros, dentre outros conflitos.

De acordo com Coelho (2012) o planejamento urbano exerce influência nas movimentações em geral dentro das cidades, sendo através da mobilidade urbana com uma possível adaptação das vias para um fluxo de movimento de maior qualidade. Em áreas periféricas, o trânsito rodoviário se mistura com o tráfego urbano, que podem resultar em conflitos que requerem organização mais efetiva para garantir um trajeto adequado e seguro.

As rotatórias ao mesmo tempo que são estratégias econômicas e que otimizam o tráfego, são particularmente propensas a conflitos graves, tornando necessário cuidado especial e uma análise detalhada das características geométricas das interseções para uma possível reestruturação e adaptação da infraestrutura, visando melhorias no tráfego e circulação mais segura.

Para Ferraz *et al.* (2012) a presença de elementos próximos à via, como construções, vegetação e postes, aliada a geometria inadequada da rotatória e uma visibilidade ruim para os motoristas, pode resultar em alguns incidentes. Outros fatores que podem influenciar são a má iluminação na via, falta e definição da hierarquia das ruas, alta velocidade de circulação, sinalização inadequada ou até mesmo ausente, e condução incorreta dos motoristas.

Ao discutir sobre as rotatórias brasileiras e toda problemática que a envolve, é importante ressaltar sobre os tipos existentes e suas características, como também das suas peculiaridades. Coelho (2012), descreve alguns tipos e particularidades das rótulas, abordando apenas cinco delas. Inicialmente, são mencionadas as rotatórias convencionais, em que sua utilização já não é tão frequente atualmente e possuem regras e princípios ultrapassados, já as mini rotatórias modernas são classificadas por esse nome pelo o diâmetro reduzido da ilha central. Existem também as rotatórias modernas compactas e as normais, sendo as normais utilizadas tanto em ambientes urbanos quanto nas áreas rurais. Outro tipo de rotatória não tanto empregada, é a rotatória dupla, devido à complexidade de situações quanto ao fluxo do tráfego, que pode gerar dúvidas e confusão para a movimentação adequada de veículos e pedestres.

A região metropolitana de Cajazeiras, município do sertão paraibano, é caracterizada como uma cidade de pequeno porte, possuindo 63.239 habitantes (IBGE, 2022). Esta cidade tem possui vários casos de sinistros que ocorrem em suas rotatórias principais, tornando-se essencial a compreensão e análise dos fatores que contribuíram para essas causalidades. Assim, será abordado diversos aspectos que podem favorecer para o aumento desses casos, como a imprudência dos motoristas que desconhecem ou não respeitam as leis de trânsito e também os sistemas e componentes que integram o trânsito.

Em busca nos noticiários locais do Município de Cajazeiras foi possível constatar alguns sinistros com fatalidades e/ou ferimentos em algumas rotatórias da cidade. Um exemplo claro é o incidente que aconteceu na rotatória localizada na Avenida Comandante Vital Rolim, próxima ao Corpo de Bombeiros, no qual, segundo o Portal do Sertão (2023), em janeiro deste ano, houve uma colisão entre uma motocicleta e um caminhão, deixando o condutor da moto com graves escoriações pelo corpo. Em outras fontes de notícias, esta mesma rotatória é cenário de outros sinistros, a rótula em questão aparentemente é a que apresenta maiores casos de desastres e perigos com base nas pesquisas e casos encontrados.

Diante disso e do alto índice de tráfego e de sinistros gerados no entorno da rotatória, fica nítida a real necessidade de estudar e analisar as problemáticas existentes e os grandes números de insegurança viária. Assim, o diagnóstico desses danos pode ser examinado a fim de propor uma requalificação da rotatória com mudanças adequadas para a localidade de Cajazeiras-PB, que visem a segurança dos veículos que circulam e dos pedestres que ali transitam, proporcionando um fluxo organizado, que impacta diretamente na qualidade de vida da população, como na atratividade do entorno, e conseqüentemente na economia da cidade.

A requalificação da rotatória principal, observada através dos dados locais adquiridos, poderá trazer além do que foi mencionado, estratégias para a organização adequada do fluxo do tráfego, interferindo no trânsito e possibilitando uma passagem mais rápida, evitando congestionamentos e atrasos da população. Portanto, a proposta exposta neste presente trabalho poderá influenciar na amenização de sinistros ou na maior segurança viária, o que é extremamente relevante, mas também poderá impactar na qualidade de vida dos condutores e pedestres, proporcionando maior conforto e evitando desgastes no trânsito.

Assim, torna-se fundamental estudar, analisar e discutir as características e peculiaridades das rotatórias, visto que é uma temática que engloba todos os pontos citados anteriormente e que não recebe a atenção necessária. Isso pode levar a falhas no fluxo e andamento do trânsito, sem que sejam identificadas as causas desses problemas. Dessa forma, este trabalho abordou a necessidade de implementação de rotatórias adequadas às características locais de cada cidade, visando os benefícios que podem ser proporcionados à população e trazendo uma maior visibilidade a esse assunto.

2 OBJETIVOS

Este capítulo apresenta os objetivos do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), com o propósito de orientar e fornecer fundamentos para a elaboração do projeto, abrangendo tanto aspectos gerais quanto específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar uma das rotárias importantes no tráfego de Cajazeiras-PB que tem sido frequentemente mencionada nos noticiários locais como fonte de conflitos. Identificando quais os principais problemas que contribuem para a insegurança viária e as potencialidades e diretrizes destas problemáticas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em busca de atingir o objetivo geral estabelecido, traça-se os seguintes objetivos específicos:

- estabelecer uma metodologia aplicável e adequada para avaliar uma das principais rotatórias de Cajazeiras-PB;
- avaliar aspectos do ambiente construído do entorno imediato, como o uso e ocupação do solo, densidade construtiva e hierarquia viária;
- propor um projeto de remodelação da rotatória, a partir do resultado das análises aplicadas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se os estudos e embasamento para a construção deste trabalho, visando conhecer e aprofundar as análises acerca do tema abordado.

3.1 ROTATÓRIAS

Segundo o DNIT (2005), as rotatórias são interseções onde os veículos circulam ao redor de uma ilha central. Portanto, a sua concepção é determinada pelo fluxo de tráfego e pelas características da via. Além disso, o tráfego de pedestres também desempenha um papel importante ao considerar os aspectos específicos das rotatórias, pois contribui para o aumento da insegurança viária caso a rótula não preveja a circulação dos pedestres e formas de prevenir perigos.

3.1.1 Histórico

A primeira rotatória foi integrada nos Estados Unidos em 1904, com um sentido de circulação única. Com o passar do tempo, foram construídas outras rotatórias em diferentes áreas, porém seu uso começou a diminuir devido aos crescentes conflitos no trânsito causado pela falta de acompanhamento na sua utilização e pela falta de adesão às orientações recomendadas sobre a prioridade dos veículos em circulação na via (DNIT, 2005).

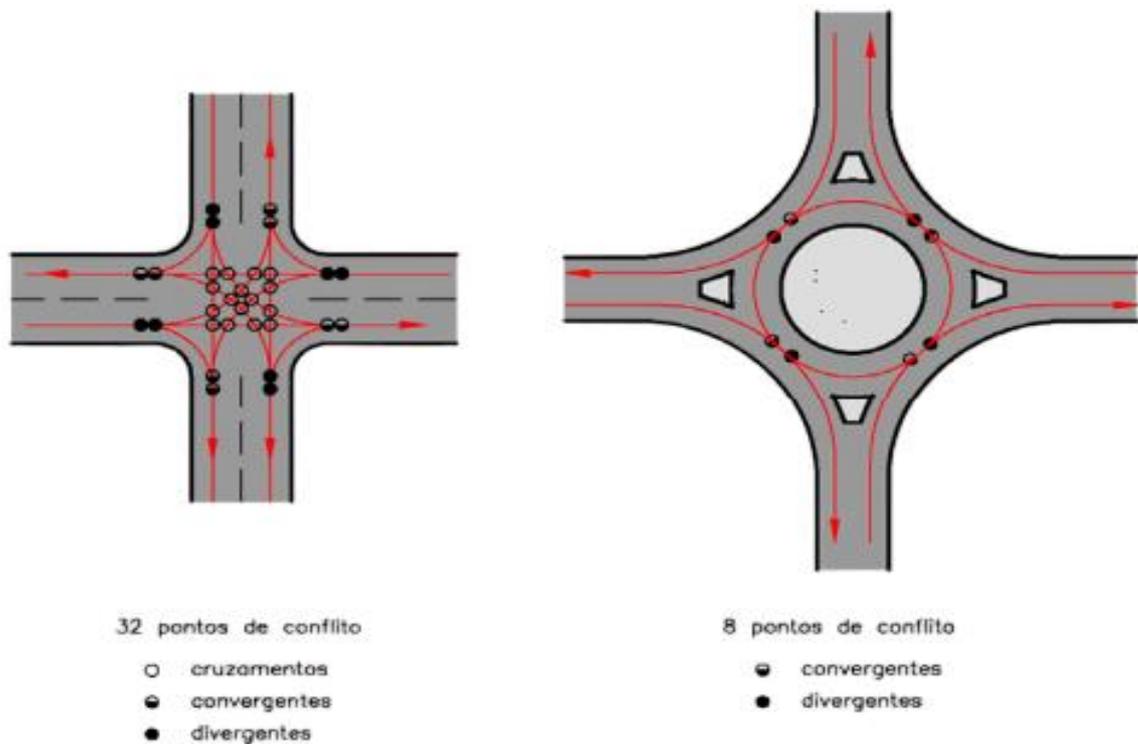
Em seguida, surgiram rotatórias em outros países com abordagens diferentes na Europa e na Austrália, em 1990, e mais recentemente no Brasil, adotou-se a prioridade para os veículos que já estão circulando na rotatória. Essa preferência foi estabelecida pela lei 9.500, promulgada em 23 de setembro de 1997, através do Código de Trânsito Brasileiro. De acordo com essa lei, os veículos que chegam a uma rotatória devem aguardar a passagem dos que já estão em circulação na via.

Como resultado dessa regra de prioridade, pôde-se observar uma melhoria no fluxo do tráfego, dado que os veículos passaram a circular de forma mais adequada, reduzindo os riscos de colisões laterais. Isso resultou em um aumento da segurança viária e na diminuição de sinistros em pontos de conflito.

A Figura 1 ilustra essa redução, mostrando que o número de pontos de conflito diminuiu de 32 para 8 em uma rotatória com apenas uma faixa de trânsito. À esquerda, na imagem, é possível observar a presença de vários encontros entre as linhas vermelhas, o que é caracterizado justamente pela maior de prováveis conflitos no trânsito, enquanto à direita, com

o uso da rótula, os encontros e pontos de conflitos diminuem significativamente.

Figura 1 - Pontos de conflito na interseção de quatro ramos e na rótula com uma faixa de tráfego.



Fonte: DNIT, 2005.

3.1.2 Condições para implementação de uma rotatória

Ao implementar uma rotatória é de extrema importância levar em consideração as características da área e o fluxo de tráfego em que ela será instalada. Conforme apontado por Britto (2001), as rotatórias podem ser adequadas para diferentes situações, tais como:

- a) Interseções com movimentos significativos à esquerda;
- b) Interseções com altos índices de sinistros de trânsito;
- c) Interseções que possuem abordagens com fluxo contínuo;
- d) Interseções que resultam em atrasos excessivos nos fluxos das vias principais.

É importante considerar também os fatores físicos que influenciam na implementação de uma rotatória, atendendo a dois pré-requisitos básicos: terreno plano e condições de visibilidade adequadas em todas as abordagens da interseção (Britto, 2001).

3.1.3 Importância da utilização de uma rotatória

Apesar de exigir uma atenção maior dos condutores no trânsito, as rotatórias ainda são

consideradas dispositivos intuitivos e de fácil compreensão. Isso se deve ao fato de que os condutores mesmo não estando familiarizados com as rótulas, conseguem perceber as características básicas do seu funcionamento e utilidade (Souza, 2015).

Segundo Silva e Seco (2008), as rotatórias têm o potencial de oferecer diversos benefícios por meio de suas características e condições de funcionamento. Nesse sentido, a exigência de ceder o direito de passagem para os movimentos de entrada e a imposição de deflexões adequadas para os movimentos de atravessamento desempenham papel significativo na redução e uniformização dos aspectos relacionados à velocidade ao longo da seção de travessia.

As rotatórias também contribuem para a redução do número de sinistros, principalmente devido à organização do fluxo de tráfego em um sentido único de circulação. Isso resulta na diminuição significativa dos pontos de conflito, e na tendência natural de redução da velocidade durante a entrada e o atravessamento possibilita uma redução acentuada na frequência e gravidade das colisões (Silva; Seco, 2008).

Além disso, as rotatórias quando utilizadas de maneira adequada permitem um fluxo de tráfego ordenado, contínuo e seguro, evitando congestionamentos e tempos de espera prolongados. Dessa forma, seu uso fornece uma série de benefícios já mencionados, desde que sejam projetados e utilizados corretamente para cada localidade.

3.2 TIPOS DE ROTATÓRIAS

As rotatórias podem ser categorizadas em vários tipos, de acordo com sua utilidade. Esses tipos incluem rotatórias convencionais, mini rotatórias modernas, rotatórias modernas compactas e rotatórias duplas. Sendo discutidas suas características e utilidades.

3.2.1 *Rotatórias convencionais*

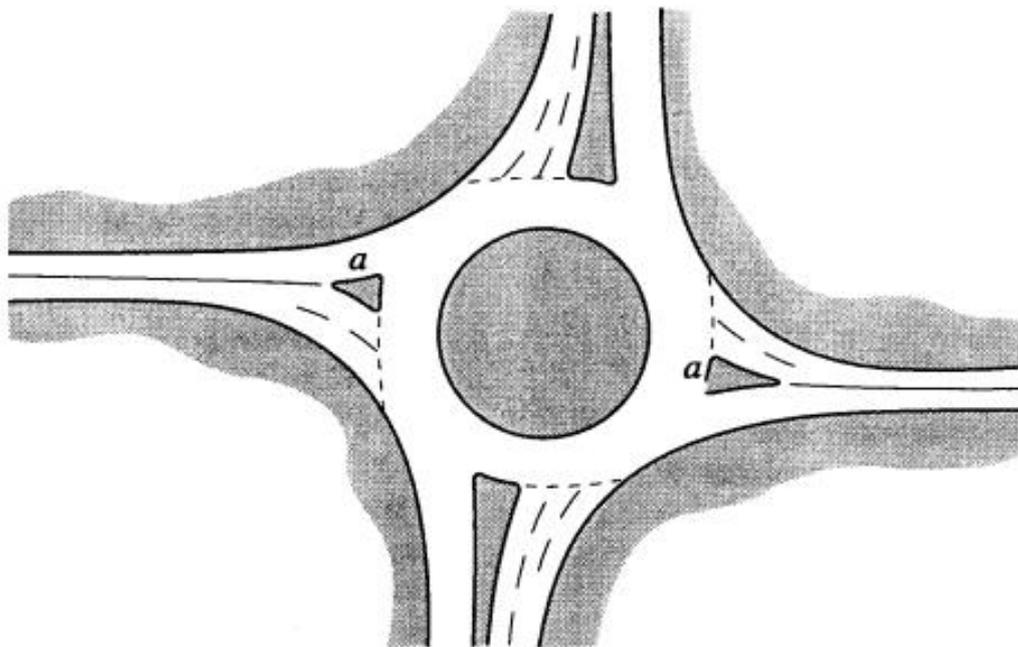
De acordo com Coelho (2012) as rotatórias convencionais são consideradas soluções ultrapassadas, pois, são usadas apenas em situações específicas. Essas rotatórias seguem a regra de circulação em que os veículos que se aproximam pela direita têm preferência de entrada na rotatória. No entanto, é importante ressaltar que essa abordagem pode não ser mais eficiente em termos de fluxo de tráfego e segurança.

Conforme mencionado pelo DNIT (2005), as rotatórias convencionais são comumente empregadas em grandes rótulas, onde a rodovia principal, que possui um alto fluxo de tráfego, se conecta a vias secundárias de menor importância. Essas interseções são compostas

essencialmente por uma sequência de trechos de entrecruzamento, projetadas para evitar colisões diretas. A capacidade dessas interseções, portanto, está principalmente condicionada à capacidade das seções de entrecruzamento que as compõem.

Segundo Taekratok (1998), a rotatória convencional pode ser caracterizada principalmente por ter uma via circular de sentido único que circunda uma ilha central com meio-fio, cujo diâmetro é igual ou superior a 4 m (13 pés). A seguir, tem-se a Figura 2 que representa esse tipo de rótula.

Figura 2 - Exemplo de rotatória convencional.



Fonte: Taekrato, 1998.

3.2.2 Mini rotatórias modernas

Segundo Costa (2010), uma das razões para a criação das mini rotatórias foi a necessidade de espaço menor em comparação às rotatórias convencionais, o que muitas vezes é um desafio nas áreas urbanas. As mini rotatórias seguem os mesmos princípios das rotatórias convencionais, mas são projetadas para se adaptarem a espaços reduzidos. Além disso, essas interseções visam melhorar o fluxo de tráfego de forma mais eficiente, atendendo os custos de instalação e operação, e são amplamente preferidos em muitos países europeus.

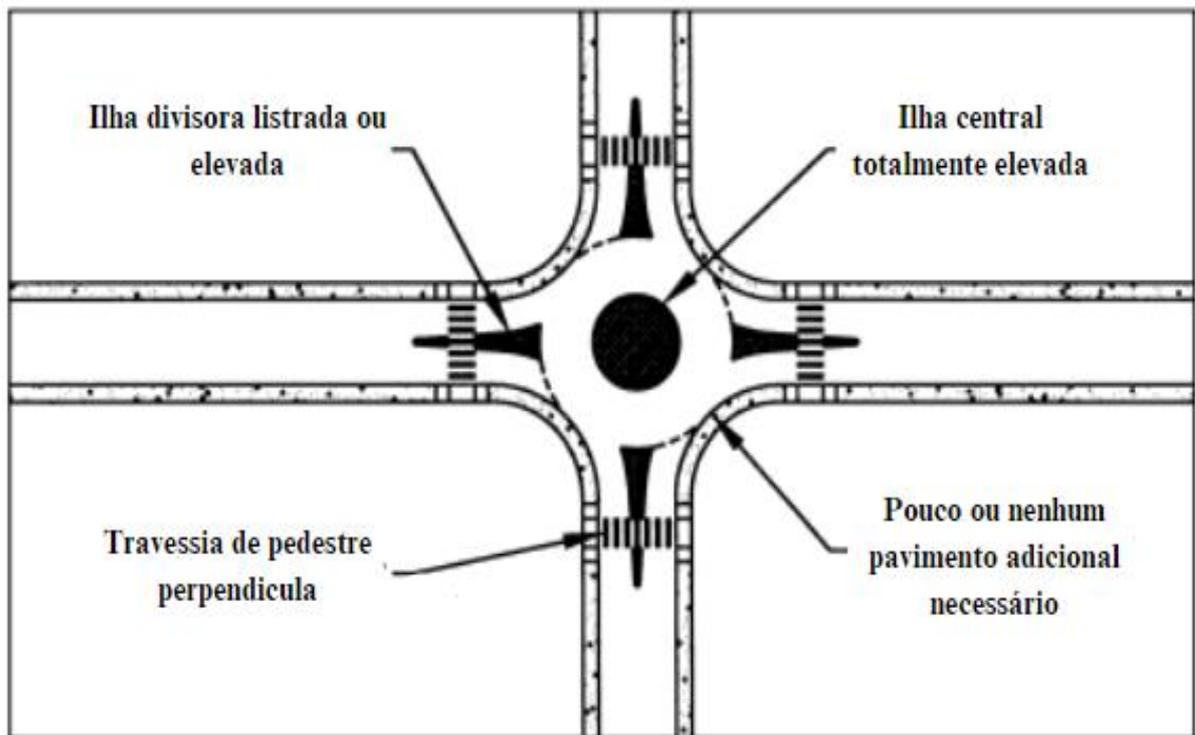
A informação fornecida está de acordo com o guia *Roundabout: an Informational Guide* do Federal Highway Administration (FHWA, 2000). O guia descreve que as mini rotatórias são mais adequadas aos pedestres quando comparadas com outros tipos de rotatórias, especialmente

em ambientes urbanos com baixo volume de tráfego. Nessas situações, os veículos geralmente circulam em velocidades mais baixas nas entradas e saídas da rotatória, o que aumenta a segurança para os pedestres.

Além disso, as mini rotatórias têm um custo de implementação menor, uma vez que são construídas com materiais semelhantes aos utilizados nas rodovias. Isso significa que não é necessário adicionar uma grande quantidade de pavimento adicional. Elas apresentam uma ilha central com diâmetros variando entre 1 e 4 metros. Espera-se também que a capacidade da mini rotatória seja semelhante à capacidade das rotatórias urbanas compactas.

A Figura 3 ilustra um tipo de mini rotatória, destacando alguns fatores importantes para compreender suas principais características.

Figura 3 - Exemplo de mini rotatória.



Fonte: Adaptada de Federal Highway Administration – FHWA, 2000.

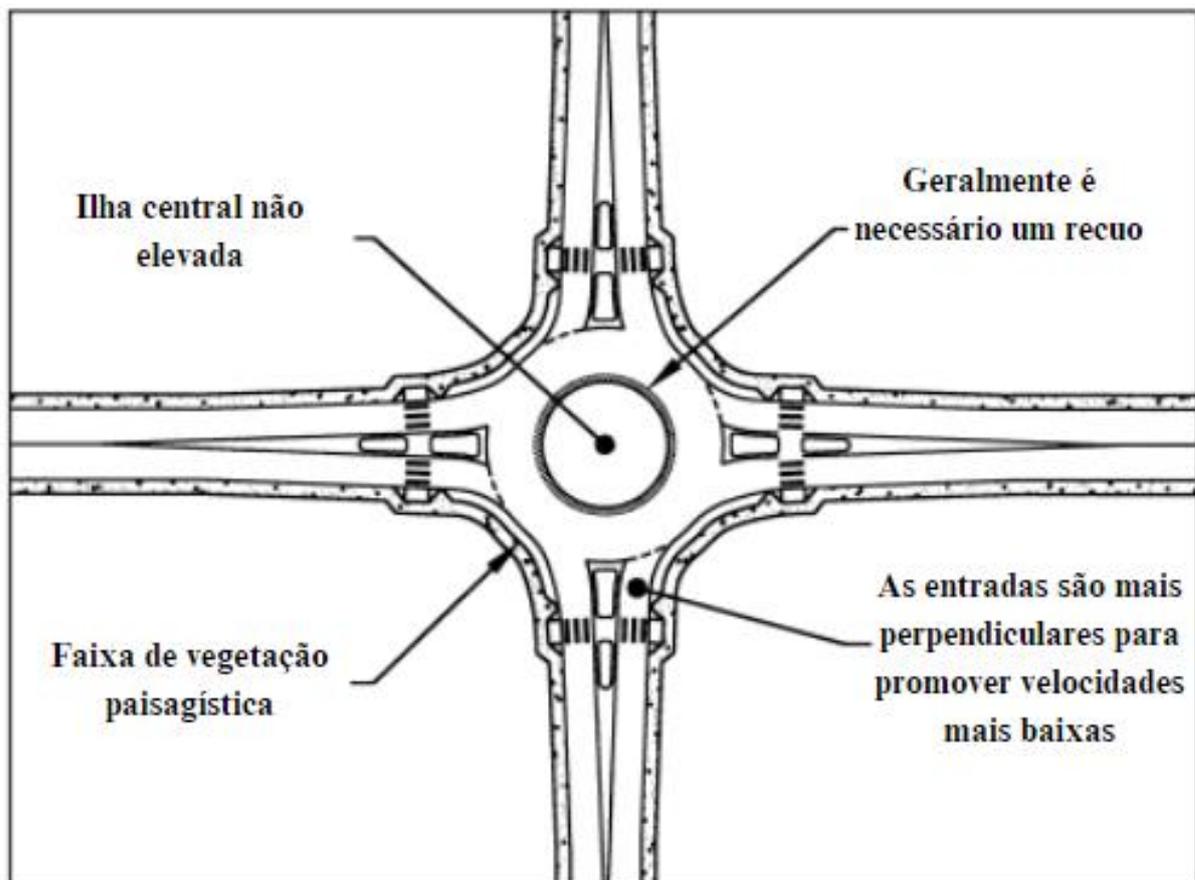
3.2.3 Rotatórias modernas compactas

Com base no guia FHWA (2000), as rotatórias compactas, assim como as mini rotatórias, são projetadas com o objetivo de fornecer segurança aos pedestres e reduzir a velocidade dos veículos ao circularem na ilha central. Essas rotatórias possuem entradas de uma

faixa única e o diâmetro da interseção varia entre 30 e 37 metros. o projeto de áreas geométricas dessas rotatórias busca criar padrões para a circulação de pedestres e ciclistas.

A Figura 4 apresenta um exemplo de uma rotatória moderna compacta, constando alguns elementos importantes para o seu uso.

Figura 4 - Exemplo de rotatória moderna compacta.

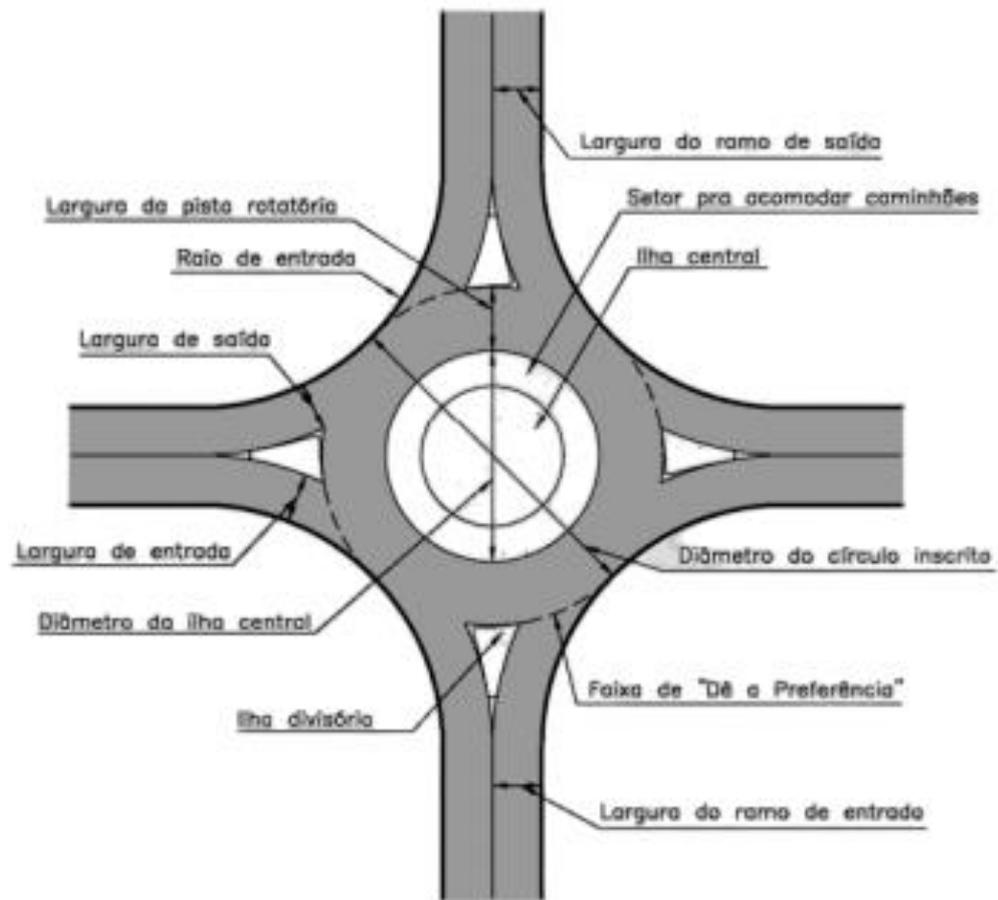


Fonte: Adaptada de Federal Highway Administration – FHWA, 2000.

De acordo com o DNIT (2005), as rótulas modernas são identificadas pelo respeito à prioridade de tráfego dos veículos que circulam na rotatória. Para ingressar no fluxo, os veículos devem esperar por um tempo adequado na corrente de tráfego, permitindo o mínimo de interferência possível. Além disso, essas rotatórias também se caracterizam pela deflexão do tráfego de entrada. Nesse sentido, a corrente de tráfego que entra na rotatória é direcionada pela ilha divisória de acesso, facilitando sua inserção em um intervalo de tráfego ao longo da rotatória.

Na Figura 5, tem-se outro exemplo de uma rotatória moderna, apresentando também os elementos de projeto que a constituem. Na imagem, estão ilustrados e descritos os diâmetros e larguras dos componentes que a compõem.

Figura 5 - Elementos de projeto de uma rótula moderna.



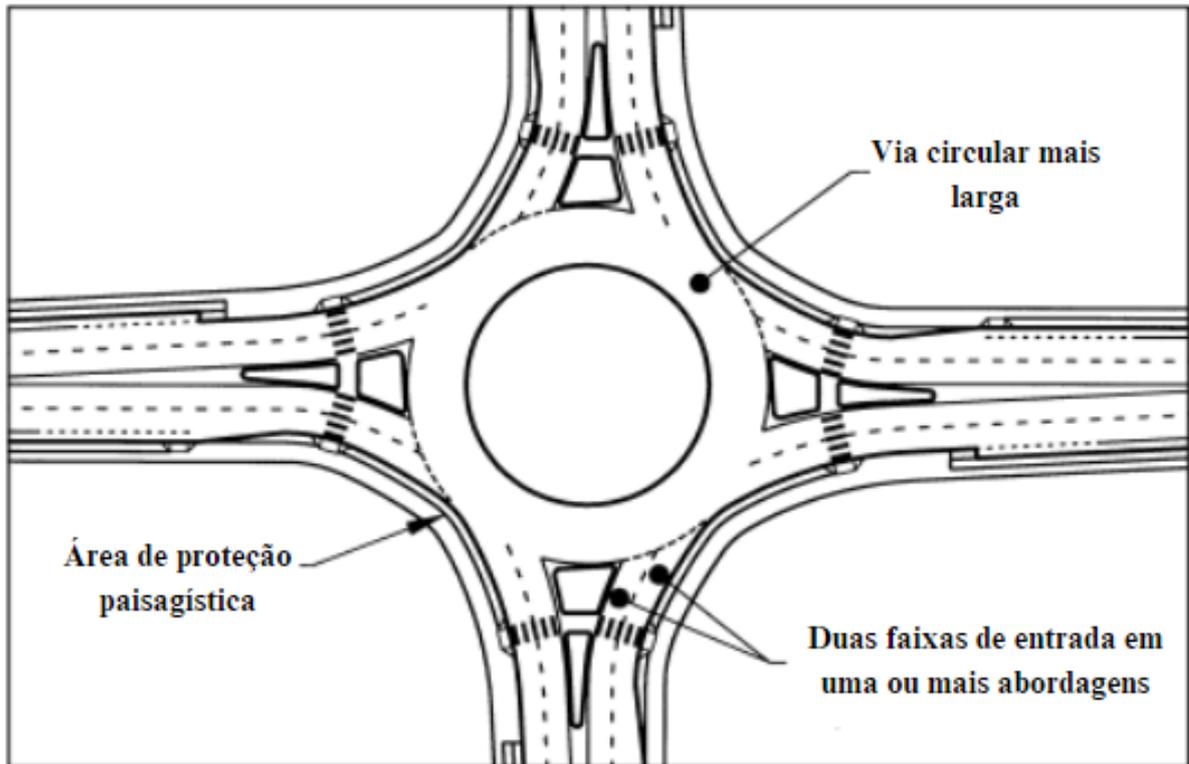
Fonte: DNIT, 2005.

3.2.4 Rotatórias duplas

Conforme o guia FHWA (2000), as rotatórias urbanas de duas faixas são caracterizadas pela presença de pelo menos uma entrada com duas faixas. Elas exigem vias de entrada mais amplas para acomodar a circulação de veículos múltiplos lado a lado. As velocidades recomendadas para essas rotatórias são semelhantes às usadas em rotatórias convencionais. Essas interseções também oferecem áreas alternativas designadas para ciclistas e pedestres, com calçadas construídas para orientar os usuários aos locais adequados e fornecer travessias seguras.

Ainda segundo o guia apresentado, esse tipo de interseção é comumente encontrado em áreas com tráfego intenso e grande número de pedestres e ciclistas. O projeto geométrico dessa rotatória pode incluir uma ilha central elevada e um divisor de fluxo também elevado. A Figura 6 exemplifica uma rotatória de faixa dupla.

Figura 6 - Exemplo de rotatória dupla.



Fonte: Adaptada de Federal Highway Administration – FHWA, 2000.

4 METODOLOGIA

Existem várias abordagens disponíveis para a elaboração de trabalhos acadêmicos, com o intuito de promover o desenvolvimento do projeto e alcançar o objetivo desejado por meio de processos organizados e relevantes para o estudo em questão. Nesse contexto, duas ferramentas metodológicas importantes foram utilizadas para a análise da rotatória definida, sendo elas o estudo de caso e o método hipotético-dedutivo, que possibilitam o norte e andamento do trabalho para a obtenção dos dados e resultados.

O presente trabalho foi desenvolvido em uma abordagem quali-quantitativa de natureza aplicada, pois objetiva a solução de problemas específicos e possui o perfil de pesquisa exploratória. Com relação aos procedimentos metodológicos é caracterizada principalmente pelo estudo de caso aliado à pesquisa bibliográfica.

O estudo de caso segundo Yin (2001), é uma abordagem metodológica dentre muitas outras existentes que possibilita a realização de uma pesquisa, levantamento, experimento, etc. Consiste em investigar os eventos quando se tem pouco controle sobre eles e quando o foco principal se encontra voltado para acontecimentos da atualidade inseridos na vida real, com o intuito de compreender suas complexidades e particularidades. É muito utilizado quando se deseja obter uma compreensão aprofundada de um fenômeno em seu contexto real, e é frequentemente explorado em trabalhos acadêmicos que buscam analisar situações complexas e contextualizadas.

De acordo com Gil (2002), para realizar um estudo de caso é essencial implementar uma investigação em contextos da vida real que não apresentam precisamente seus limites, mantendo a integridade e unidade do objeto de estudo e apresentando a situação de forma transparente e objetiva. Logo após são formuladas hipóteses ou construídas teorias para desenvolver explicações acerca do fenômeno estudado, possibilitando alcançar levantamentos importantes para o andamento da pesquisa.

É possível observar que o estudo de caso é utilizado e aplicado quando há escassez de dados sobre um fenômeno real; com ele é possível a construção dos dados ao aplicá-lo como método. Diante disso, o estudo de caso visa a coleta e análise de informações a partir de estratégias específicas para cada caso, realizando um planejamento adequado para uma pesquisa abrangente com o intuito de gerar um levantamento proveitoso para o estudo.

No estudo de caso da rotatória em questão é possível evidenciar a importância da aplicação deste método, visto que a análise da segurança necessita de informações e não há

dados tão consideráveis sobre o assunto. A técnica aplicada possibilitará adquirir detalhes sobre a rotatória, avaliando através de indicadores a segurança viária dos pedestres e as características correspondentes a rótula estudada, com o intuito de obter evidências e conclusões sobre a hipótese de que há falhas na via. Assim, é uma abordagem que contribui para uma pesquisa de alta qualidade, planejada e modelada de acordo com as necessidades do trabalho.

O método hipotético-dedutivo é uma abordagem que começa com a formulação clara e objetiva do problema, com o propósito de analisar o método mais adequado para avaliá-lo e estudá-lo, com o intuito de identificar outros conhecimentos e instrumentos relevantes, a fim de facilitar a investigação conduzida pelo pesquisador. Em seguida, é realizada uma observação detalhada do objeto de pesquisa em questão, visando obter o máximo de informações possíveis (Prodanov e Freitas, 2013).

Conforme destacado ainda por Prodanov e Freitas (2013), após a definição do problema traz-se hipóteses de acordo com o que foi observado, gerando conclusões que serão comprovadas a partir de testes e experimentos mais detalhados. Com base nos resultados obtidos, as hipóteses podem ser modificadas, dando início a um novo ciclo de investigação, até que não haja mais discrepâncias entre a teoria proposta e os resultados dos experimentos e/ou observações realizadas. Essa abordagem iterativa é essencial para o aprimoramento do conhecimento científico.

É um método mais quantitativo e baseado em dados, que envolvem a formulação de hipóteses, a coleta de dados relevantes e a análise estatística para verificar se as hipóteses são confirmadas ou refutadas. O método hipotético-dedutivo é frequentemente utilizado em trabalhos acadêmicos que têm como objetivo testar teorias ou hipóteses específicas e verificar sua aplicabilidade em situações concretas.

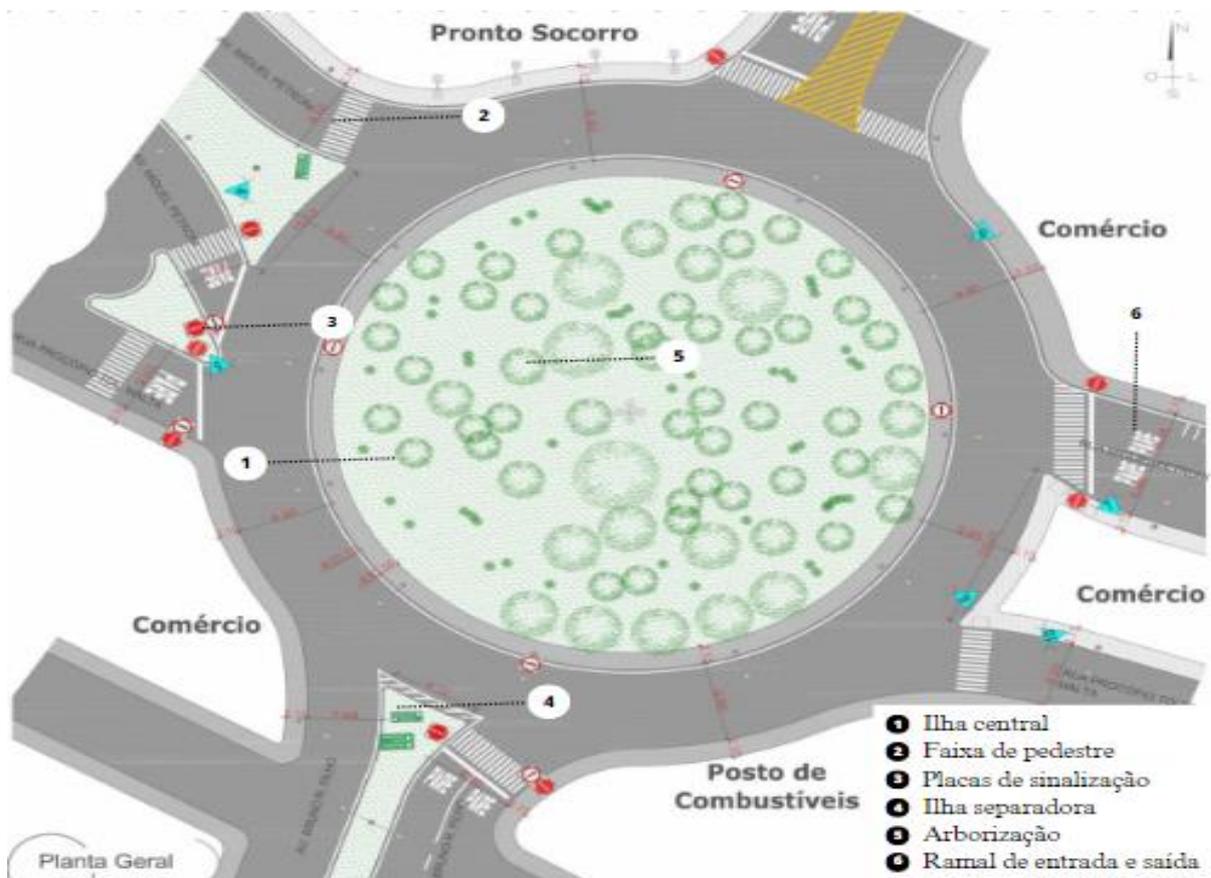
O trabalho em questão utiliza este método para analisar a rotária definida, justamente por ter a hipótese inicial de que a mesma não oferece segurança viária por completa e, portanto, é necessário aplicar uma técnica já existente que possui ferramentas analíticas que possibilitam extrair os resultados para empregar no equipamento estudado, possibilitando confirmar ou não a hipótese inicial, bem como permitir através destes estudos utilizar as análises para propor uma remodelação da rotatória baseada na literatura e nas ferramentas aplicadas.

Diversos estudos apresentam indicadores e métodos distintos para analisar uma rotatória, cujas técnicas são complementares entre si. Nesse projeto, serão empregados métodos e referências de diferentes autores, com o intuito de agregar ideias e complementar informações,

a fim de proporcionar uma metodologia apropriada e uma análise mais abrangente e aprofundada da rotatória.

Com o objetivo de permitir uma análise abrangente da segurança viária dos pedestres na rotatória em estudo, estão apresentados na Figura 7 alguns indicadores que serão utilizados como referência. Estes indicadores permitiram que sejam avaliados fatores importantes relacionados à rótula.

Figura 7 - Rotatória com elementos principais que a compõem.

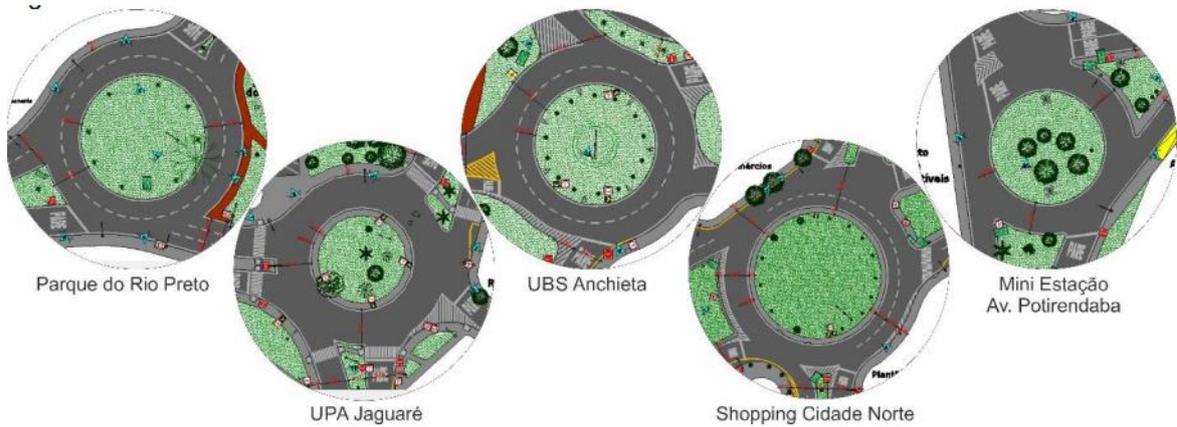


Fonte: Adaptado de Souza, 2015.

Dentre os métodos percorridos ficou evidente perceber que existem formas diferentes de avaliar as rotatórias presentes no município. Souza (2015), estudou a rotatória através de sua ilha central, desde o formato geométrico ao raio, o que influenciou na movimentação do pedestre. Além disso, também foi importante avaliar a disposição dos ramos de entrada e saída da rotatória, que deveriam estar centralizados em relação à ilha central e com larguras apropriadas, garantindo a estabilidade da velocidade dos automóveis, priorizando a sua saída no tráfego e dificultando a entrada, gerando uma melhor fluidez do trânsito.

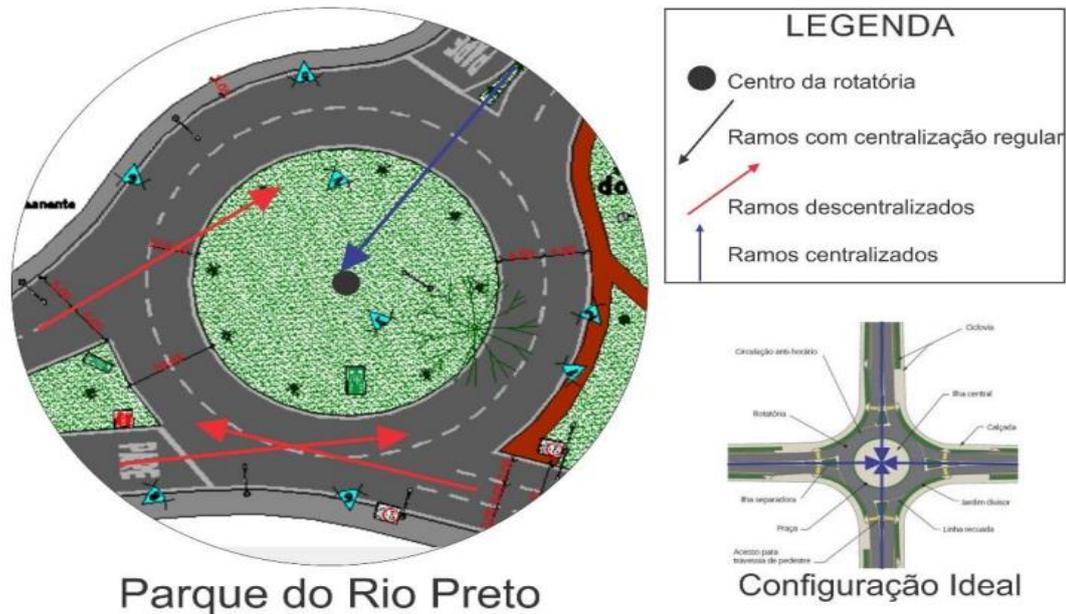
Na Figura 8, encontram-se exemplos de formatos geométricos da rotatória estudada por Souza (2015), em São José do Rio Preto. Foi notada similaridade no comparativo dos formatos das ilhas centrais das rótulas em análise. Na Figura 9, é apresentado um exemplo de centralização e descentralização dos ramos de entrada e saída da mesma rotatória em estudo, permitindo uma observação de como estão dispostos e possibilitando comparar com a configuração ideal de uma rotatória.

Figura 8 - Formato das rotatórias de São José do Rio Preto.



Fonte: Souza, 2015.

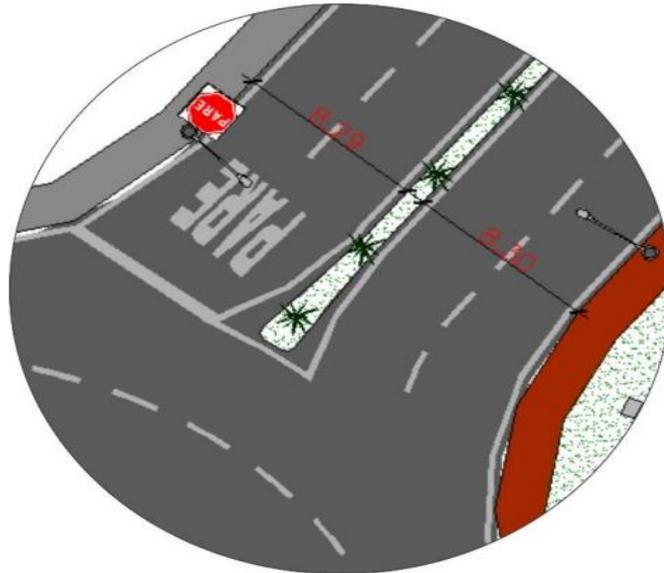
Figura 9 - Exemplo de descentralização e centralização das vias de aproximação em São José do Rio Preto.



Fonte: Souza, 2015.

A análise conduzida por Souza (2015) sobre as larguras adequadas para os ramos de entrada e saída de uma rotatória pode ser ilustrada na Figura 10. Nela, é apresentado um exemplo da rotatória estudada em que a largura do ramo de entrada é igual à largura do ramo de saída, o que é considerado inadequado. Nesse contexto, o apropriado seria facilitar a saída dos veículos com larguras maiores e dificultar a entrada com larguras menores.

Figura 10 - Ramo de saída com a mesma largura do ramo de entrada (ex. rotatória Parque do Rio Preto).

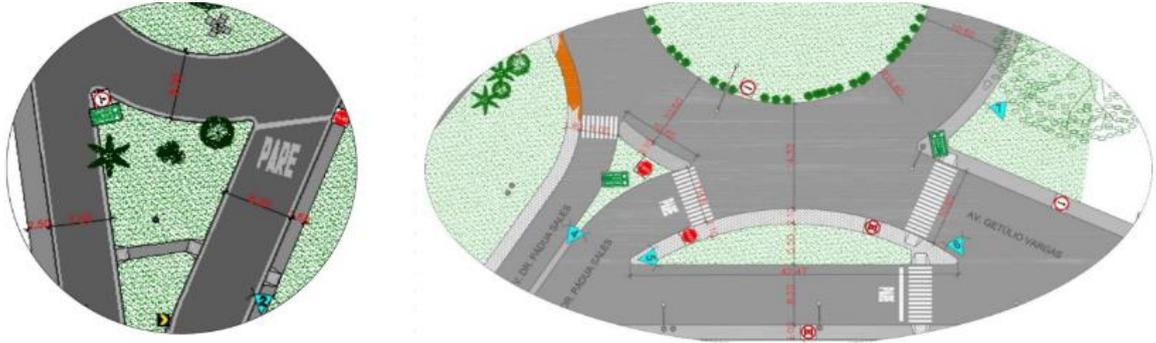


Fonte: Souza, 2015.

Souza (2015), ainda avaliou a ilha separadora na rotatória analisada, visto que é um instrumento importante para facilitar a locomoção do pedestre. Foi notado que a ilha pode ser demarcada com tinta ou em forma de canteiros centrais alargados, havendo ou não a acessibilidade para pedestres. A presença da via auxiliar também foi um importante fator para ser estudado, pois proporciona ao veículo um desvio da via circular, diminuindo o fluxo e trazendo maior segurança na travessia dos pedestres.

Em São José do Rio Preto, foi avaliado por Souza (2015), a presença da ilha separadora nas rotatórias analisadas, sendo apresentada um exemplo dessa ilha na Figura 11, à esquerda, onde se pode observar a demarcação através de canteiros e a acessibilidade para pedestres. A mesma figura também apresenta, à direita, um exemplo de via auxiliar que tem como objetivo reduzir o volume de veículos na via circular.

Figura 11 - Ilha separada à esquerda e via auxiliar à direita.

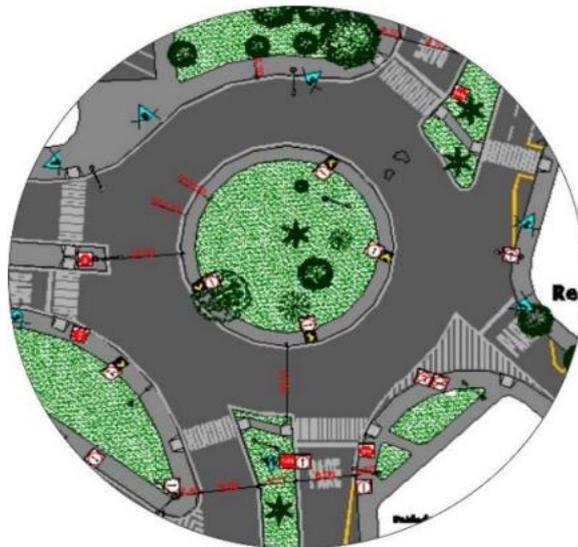


Fonte: Souza, 2015.

Durante o estudo de Souza (2015), verificou-se a presença de faixas de pedestres na rotatória analisada e suas respectivas localizações, com o intuito de observar se existem obstáculos físicos que impediam a travessia segura dos pedestres e se havia acessibilidade para pessoas com deficiência. Além disso, foi examinada a qualidade e os tipos de pavimentação dos passeios, visto que geram um impacto direto no fluxo de pedestres.

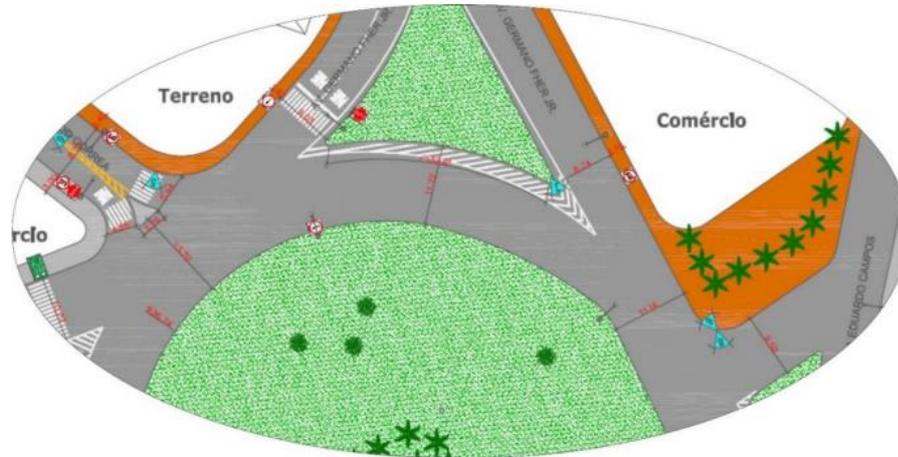
É visível através da Figura 12, um exemplo de faixa de pedestres na rotatória estudada por Souza (2015), porém, elas estão localizadas muito próximas à ilha central, o que é considerado inadequado de acordo com a literatura. Já na Figura 13, há um levantamento realizado pelo autor sobre os tipos de pavimentação nas proximidades da rotatória. Especificamente, é possível identificar uma área de passeio sem pavimentação destacada em marrom.

Figura 12 - Faixas de segurança para pedestres.



Fonte: Souza, 2015.

Figura 13 - Levantamento dos passeios.

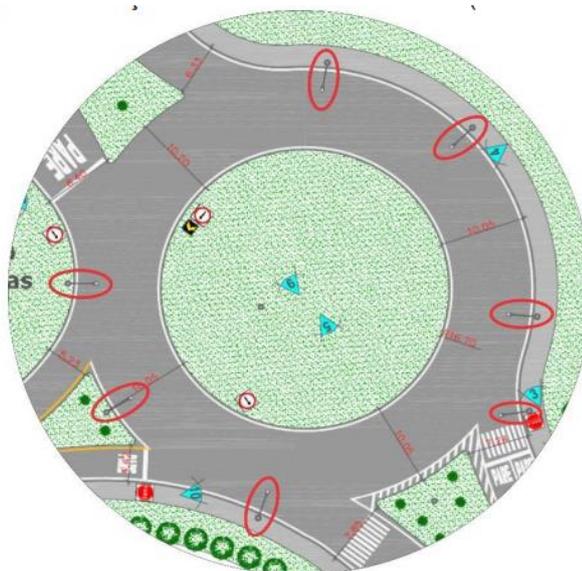


Fonte: Souza, 2015.

Outro parâmetro que permite identificar a segurança viária de uma rotatória utilizado por Souza (2015), foi observar a sinalização presente na via, de forma que possibilita a passagem adequada do pedestre e evita a travessia pela ilha central, uma vez que isso aumenta os riscos de sinistros. A iluminação pública também foi outro fator levado em consideração, sendo examinado a existência de postes e se estavam devidamente configurados.

Na Figura 14, tem-se apresentado um exemplo de iluminação na via circular de uma das rotatórias analisadas pelo autor, evidenciando que proporciona uma melhor visibilidade da via e dos pedestres.

Figura 14 - Disposição da iluminação na via circular - em vermelho (ex. rotatória em São Carlos).

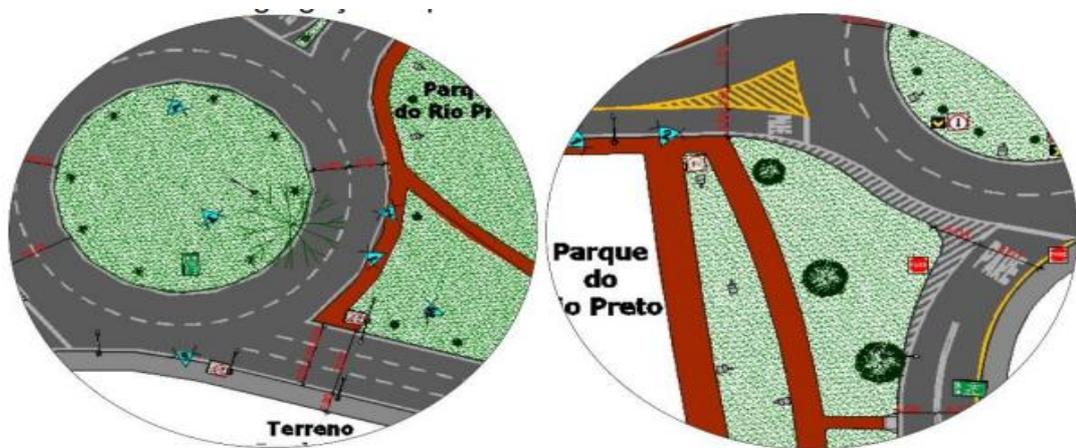


Fonte: Souza, 2015.

Souza (2015), analisou tanto a arborização da via quanto a segregação dos passeios de acordo com os modos de transportes utilizados pelos indivíduos, constatando que a presença desses elementos favorece a segurança do pedestre ao reduzir sua exposição ao risco de sinistros. Além disso, ele observou que a presença de árvores cria um ambiente sombreado e chama a atenção para a mobilidade em torno da rotatória.

A Figura 15 apresenta regiões da rotatória estudada pelo autor, em São José do Rio Preto, contendo áreas que há segregação de passeios conforme os modais utilizados, mostrado em vermelho passeios e ciclovias segregadas espacialmente.

Figura 15 - Passeios com segregação física.

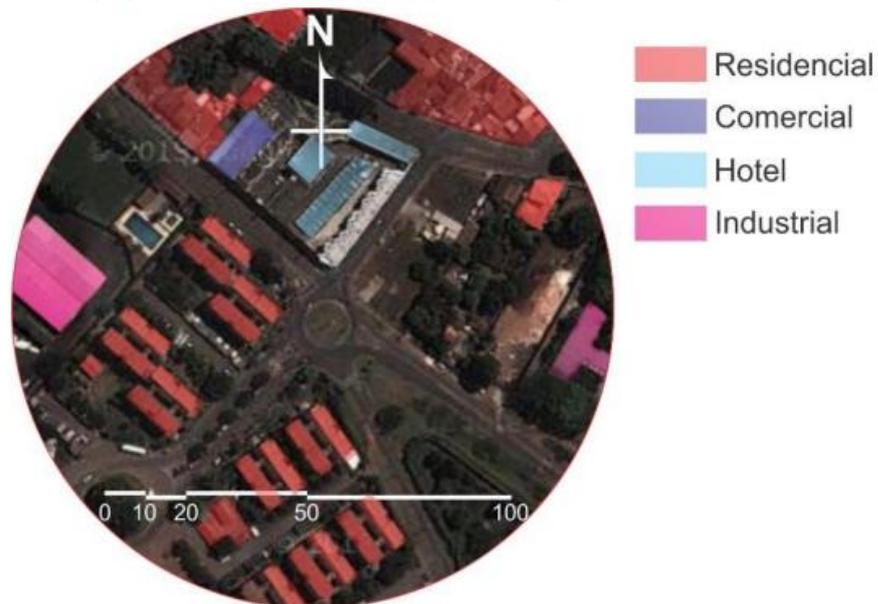


Fonte: Souza, 2015.

O estudo realizado por Souza (2015), também abordou a análise do entorno da rotatória, com foco no uso e ocupação do solo. O autor examinou a presença de áreas residenciais, comerciais, hospitalares ou industriais, uma vez que esses fatores tiveram impacto direto na diversidade de pedestres e no volume de tráfego. Também, foi observada a existência de áreas desocupadas, que não exercem influência na atratividade para pedestres.

A Figura 16 traz uma exemplificação do uso e ocupação do solo no entorno da rotatória presente em São Carlos, em um raio de 150 metros.

Figura 16 - Uso e ocupação do solo.



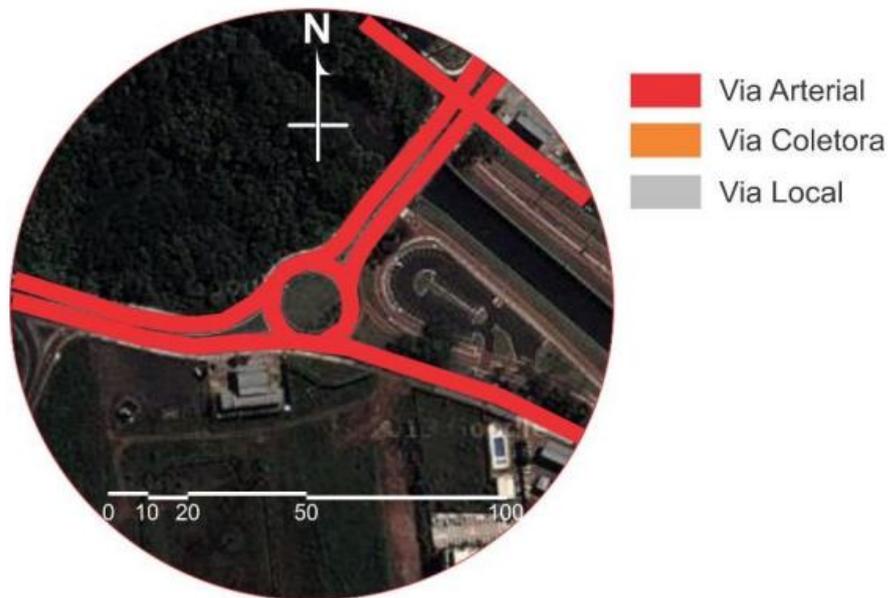
Fonte: Souza, 2015.

De acordo com o mapa apresentado por Souza (2015), a cartografia será empregada para analisar o uso e ocupação do solo nas proximidades da rotatória abordada neste estudo. O objetivo é identificar as áreas existentes e determinar seu impacto no tráfego de veículos e pedestres.

Foi determinada também pelo autor a densidade populacional que envolvia o cálculo da taxa de edificação em relação à área do trecho estudado, o que também foi um dado relevante para a análise da rotatória em questão. E ainda, foi observada a quantidade de ramos de entrada e saída da rotatória, bem como a hierarquia viária, uma vez que esses fatores impactam o conforto e a segurança do pedestre durante a travessia. A caracterização das vias de aproximação, como arterial, coletora ou local, foi fundamental para a compreensão completa do ambiente em estudo.

Um exemplo de hierarquia viária, na cidade de São José do Rio preto é apresentada na Figura 17.

Figura 17 - Hierarquia viária da rotatória Parque do Rio Preto.



Fonte: Souza, 2015.

No estudo de Marcusso e Solek (2018), sobre a remodelação da interseção rodoviária, foi adotado um processo metodológico que começa com a caracterização geral e descrição da rotatória, compreendendo sua localização, classificação e se havia sinalização semafórica, bem como passagens para pedestres e ciclistas. Além disso, foram avaliados os índices de sinistros ocorridos na rotatória em questão, utilizando bancos de dados confiáveis como fonte de informação.

O Quadro 1 apresenta os indicadores que foram utilizados para analisar a rotatória desta pesquisa, construído a partir das análises das referências estudadas. Ele destaca os principais elementos que foram identificados e analisados, por meio da coleta de informações verificadas através do estudo de campo, a fim de aprimorar o desenvolvimento do estudo. Os assuntos abordados incluem geometria, pedestres, entre outros, com os indicadores correspondentes à esquerda e os parâmetros à direita. O objetivo principal é fornecer informações claras e sucintas para caracterizar os indicadores a serem utilizados no estudo da rotatória. Adicionalmente, o uso da cartografia será crucial para complementar o estudo e permitir compreensão mais aprofundada da rótula.

Quadro 1- Indicadores e parâmetros a serem analisados.

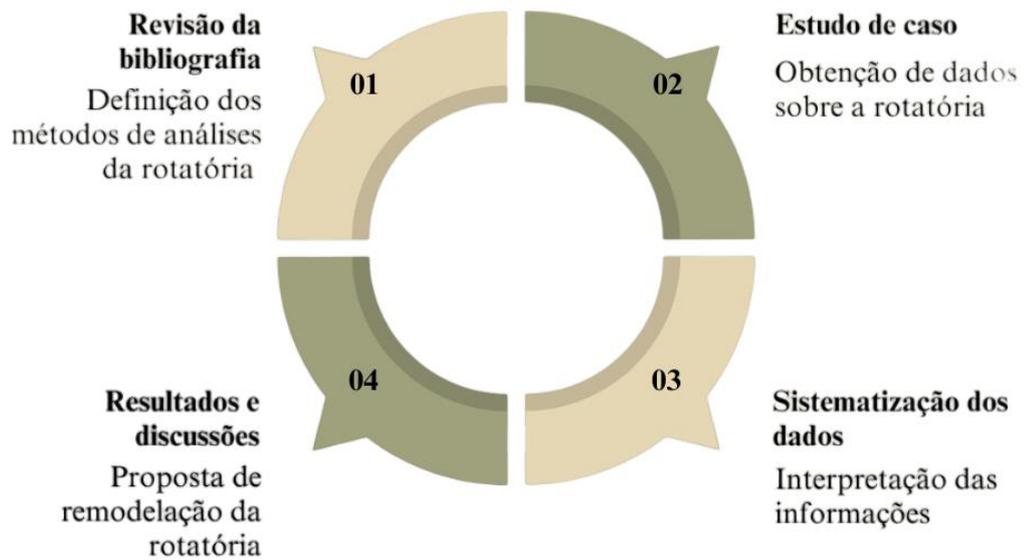
Geometria				
Indicador	Parâmetros			
Formato da ilha central	Formato da rotatória	Tipos e formatos da ilha central	Raio da ilha central	
Ramos de entrada e saída	Formato dos ramos de entrada e saída	Largura das vias dos ramos de entrada e saída	Centralizados com a ilha central	
Ilha separadora	Analisou a presença da ilha separadora	Os pontos positivos de obter uma ilha separadora	Demarcação da ilha separadora	Utilização da ilha separadora pelos pedestres
Via auxiliar (desvio da rotatória)	Fluidez do tráfego	Travessia dos pedestres	Pontos de conflitos	
Pedestre				
Indicador	Parâmetros			
Faixas de pedestres	Presença ou não de faixas de segurança	Onde estão localizadas	Segurança na circulação do pedestre na faixa	
Influências no passeio dos pedestres	Qualidade e tipos de pavimentação e a existência de rampas nos passeios	Se há sinalizações verticais adequadas	Se há pedestres caminhando na ilha central e a presença de iluminação pública adequada	Análise da arborização da rotatória e da segregação de passeios
Entorno da rotatória				
Indicador	Parâmetros			
Imediações da rotatória	Análise da mobilidade até a rotatória	O uso e ocupação do solo	Áreas vazias e ociosas	Utilização da ilha separadora pelos pedestres
Estrutura viária	Verificação da densidade ocupacional	Hierarquia viária	Quantificação dos ramos de entrada e de saída	
Pesquisa				
Indicador	Parâmetros			
Travessia, pontos de conflitos com veículos automotores	Análises no alinhamento para travessar e largura da via	Condições do pavimento e local da travessia	Velocidades utilizadas e perfis dos pedestres que trafegam	Classificação da segurança viária dos pedestres de acordo com o nível de risco e possíveis vertentes que causam este perigo

Fonte: Adaptado de Souza, 2015; Marcusso e Solek, 2018.

A Figura 18 apresenta o fluxograma que descreve as etapas metodológicas deste projeto, com o objetivo de identificar um processo que possa fornecer melhores resultados e uma análise

adequada da rotatória em estudo. O processo é composto por quatro etapas que estão discorridas e caracterizadas no fluxograma, sendo norteadoras para o desenvolver do trabalho.

Figura 18 - Fluxograma de etapas metodológicas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

A análise dos dados permitiu a identificação de diversos aspectos relacionados ao objeto de estudo, com ênfase na avaliação da relevância da rotatória na região. Este trabalho buscou destacar tanto os aspectos positivos quanto negativos de sua utilização, ressaltando os impactos que a rótula exerce no tráfego local e na mobilidade de pedestres. Podendo compreender, assim, se os índices de sinistros ocorridos estão com maior influência dos seus usuários ou da sua estrutura e projeto.

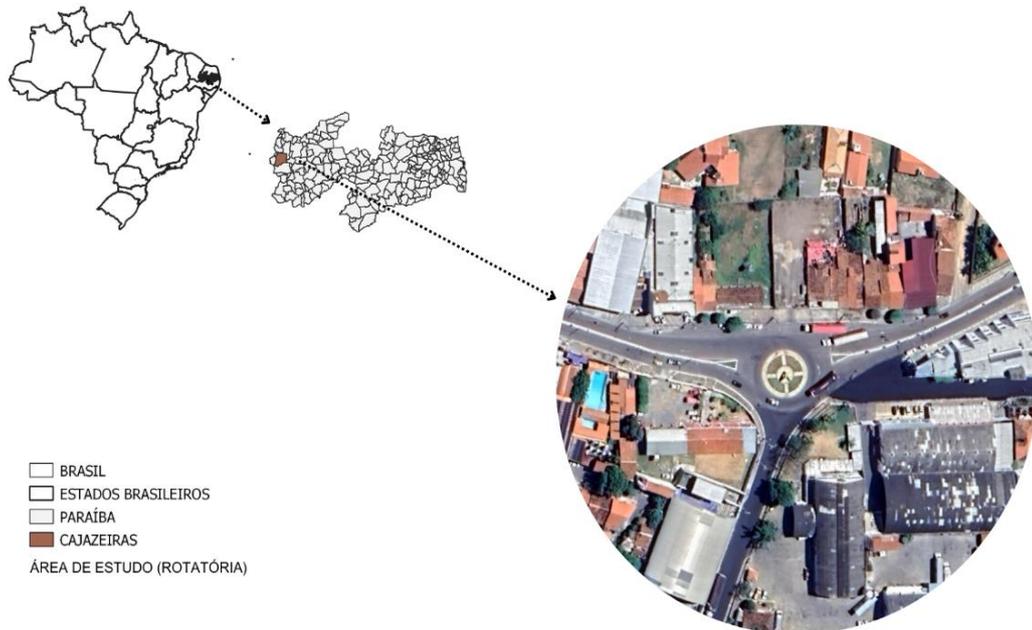
Nesse contexto, é importante destacar que não existe um banco de dados disponível em Cajazeiras com informações precisas sobre o tráfego local, especialmente relacionadas à rotatória e à segurança dos pedestres, enfatizando ainda mais a importância destes tipos de análises no município. No entanto, é visível que há diversos fatores que contribuem para a vulnerabilidade do pedestre no trânsito. Dessa forma, foi imprescindível compreender a função e importância da rótula, a fim de avaliar se ela estava em conformidade com os padrões estabelecidos.

Assim, neste capítulo, foram explorados os resultados e discussões obtidos, sendo relacionados à literatura estudada. Isso permitiu a construção e a coleta dos dados essenciais para a pesquisa.

5.1 ANÁLISES REFERENTES AO OBJETO DE ESTUDO

A Figura 19, apresenta o mapa de localização da região, contando com o Brasil, a Paraíba, o município de Cajazeiras e a área de estudo. A rotatória encontra-se situada na Avenida Comandante Vital Rolim, bairro centro, próxima ao corpo de bombeiros, bares, residências e diversos outros pontos comerciais.

Figura 19 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

5.1.1 Análise da rotatória: Ilha central e Ilha separadora.

A rotatória em estudo está em conformidade com as características de uma rotatória moderna convencional, devido à sua única faixa de entrada e saída e um diâmetro de aproximadamente 18 metros, o que atende aos critérios estabelecidos para esse tipo de rotatória. No entanto, ainda não atende aos requisitos necessários para garantir a segurança adequada dos pedestres e ciclistas locais, citados posteriormente. A Figura 20 representa de maneira precisa a situação atual da rotatória.

Figura 20 – Rotatória em estudo.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

A análise da imagem revela que a rotatória é devidamente sinalizada com setas projetadas no pavimento, permitindo aos usuários entender intuitivamente o sentido que deve seguir. Identifica-se, também, que a ilha central apresenta um formato voltado para uma elipse com um raio de aproximadamente 9 metros. A rótula contém as ilhas separadoras representadas na figura 21, onde fornecem uma representação mais clara de sua disposição.

Figura 21– Rotatória em estudo e suas ilhas separadoras.



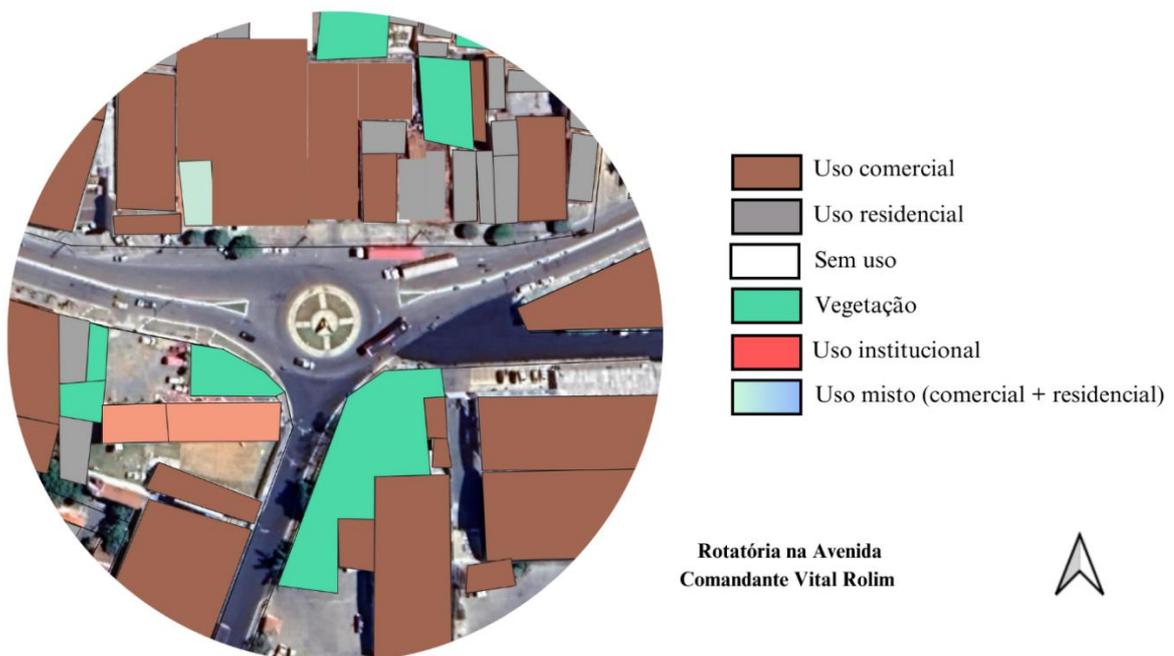
Fonte: Acervo pessoal, 2023.

5.1.2 Entorno da rotatória: uso e ocupação do solo

Conforme Alves (2011), a maneira desordenada pela qual o uso e ocupação do solo estão organizados, resultantes de um planejamento urbano deficiente, combinado com os sistemas de mobilidade, acaba por impactar na movimentação dos cidadãos, o que acarreta em maiores números de deslocamentos e, conseqüentemente no aumento do fluxo viário. Isso ocorre principalmente devido às atividades econômicas estarem concentradas na maior parte das áreas urbanas, o que resulta em congestionamentos mais frequentes, conflitos entre os diferentes modos de transporte, poluição tanto sonora quanto atmosférica, perda de qualidade de vida, além da mobilidade e acessibilidade comprometidas, afetando, também, na segurança dos pedestres. Todas essas condições contribuem para elevar o potencial de ocorrência de sinistros no trânsito.

Diante disso, como forma de analisar o padrão de uso nas proximidades da rotatória, foi elaborado o mapa de uso e ocupação do solo apresentado na Figura 23, no qual torna-se evidente a concentração de áreas construídas que exercem influência no seu entorno. Essa área abriga uma variedade de estabelecimentos, que incluem bares, instituições como o corpo de bombeiros, residências, além de diversos outros estabelecimentos comerciais, tais como restaurantes e estabelecimentos de uso misto.

Figura 22 - Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Através da análise fornecida por este mapa, fica claro que a rotatória atende a uma ampla gama de cidadãos que utilizam diversos modais de transporte para circulação, cada um com objetivos específicos, que podem incluir deslocamento para estabelecimentos comerciais, residenciais e outros destinos. Portanto, devido a rotatória situar-se em uma das principais avenidas da cidade, e englobar essa diversidade de usos, pode-se inferir que há grande volume de tráfego, o que requer uma atenção adicional aos riscos potenciais de sinistros.

É importante ressaltar que o horário do dia exerce influência no padrão de tráfego, dada a presença próxima da rotatória de instituições federais, rodoviária e shopping center, frequentados por uma parcela significativa da população ao longo de diversos momentos do dia. Contudo, o mapa foi minuciosamente examinado e categorizado com base em diferentes usos, que podem ser comerciais, residenciais, institucionais ou mesmo uma combinação deles.

As ocupações nas imediações da rotatória podem ser representadas de maneira real através da Figura 24, no qual encontra-se exemplos dos usos citados no mapa de uso e ocupação do solo, incluindo as instituições, comércios, serviços, residências, ambientes sem construções ou com vegetações, assim como usos mistos.

Figura 23 - Exemplos do uso e ocupação do solo no entorno da rotatória analisada.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

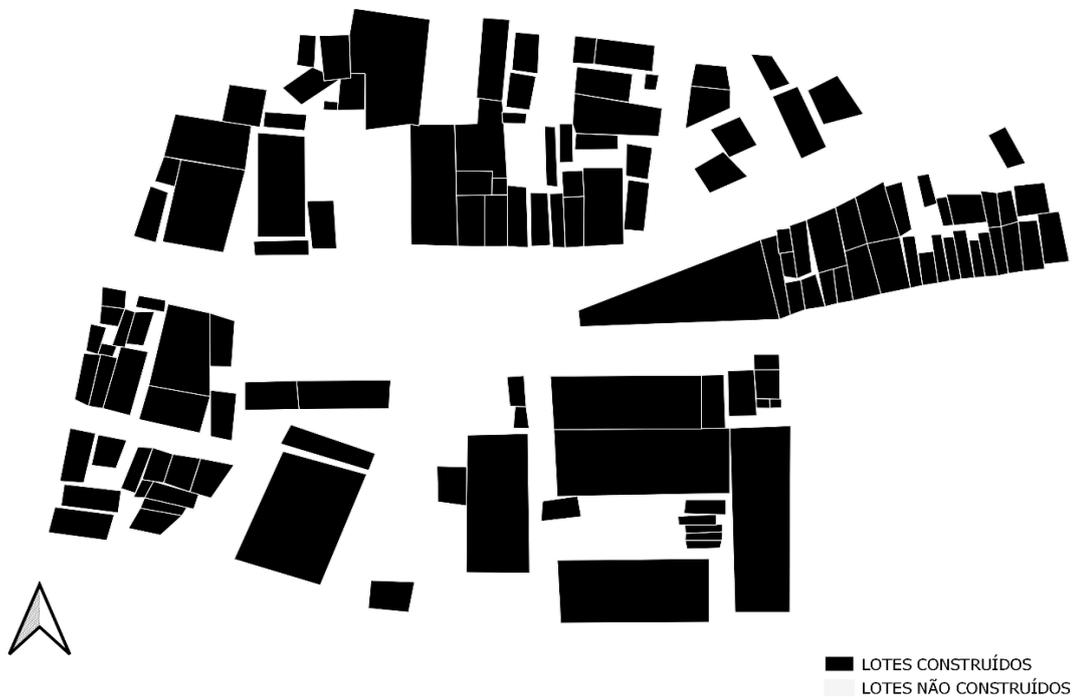
A localização do objeto de estudo, está no centro da cidade e numa avenida principal, portanto, a conexão das demandas leste-oeste e norte-sul da cidade, em determinados momentos usufruem da rótula estudada.

No uso institucional como corpo de bombeiros o horário de trabalho é diferente do horário comercial, que conseqüentemente, é diferente do horário em que estudantes se deslocam para ir às faculdades particulares, ao Instituto Federal e à Universidade Federal. Após o horário comercial, há shoppings próximos e bares situados no entorno imediato, impulsionando o uso no horário noturno, que normalmente em áreas estritamente comerciais, seria mais “esquisito” ou ocioso, o que confere maior dinâmica. Segundo Jacobs (1961), quanto maior a variedade de usos maior a percepção de segurança que os cidadãos vão ter, o que ela denomina como “olhos para a rua”, pois, terá faixa etária diversas, horários diversos e o uso ininterrupto.

5.1.3 Entorno da rotatória: cheios e vazios

Com a finalidade de aprofundar ainda mais a análise, a Figura 25 mostra o mapa de cheios e vazios que diferencia áreas construídas (representadas em preto) e áreas não construídas (representadas em branco). Os lotes construídos abrangem uma variedade de usos, incluindo estabelecimentos comerciais, residenciais, instituições públicas e outros, enquanto os lotes não construídos correspondem a espaços livres, vias, terrenos privados, como estacionamentos de áreas comerciais ou até mesmo pátios de instituições, como o corpo de bombeiros. A alta densidade construtiva somado à variedade de usos exerce um impacto significativo no tráfego local nas proximidades da rotatória, aumentando assim o potencial de sinistros e afetando a segurança dos pedestres que circulam na região.

Figura 24 - Mapa de cheios e vazios.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Tanto na Figura 24 quanto na Figura 25, podemos perceber as diversas possibilidades de percursos, por se tratar de uma área que conta com número relevante de pedestres, e, conseqüentemente, aumenta a demanda de atravessamento das vias, e, paralelamente a isto, a rotatória está no núcleo destes caminhos, gerando dependência da sua influência em aspectos cotidianos como caminhar, ir trabalhar, atravessar a rua. Diante disto, o impacto da rotatória sobre seus usuários vai além de uma conexão de um lado a outro, tornando-se influente, também, nos deslocamentos para vários bairros da cidade, dada sua localização em uma das principais avenidas do município.

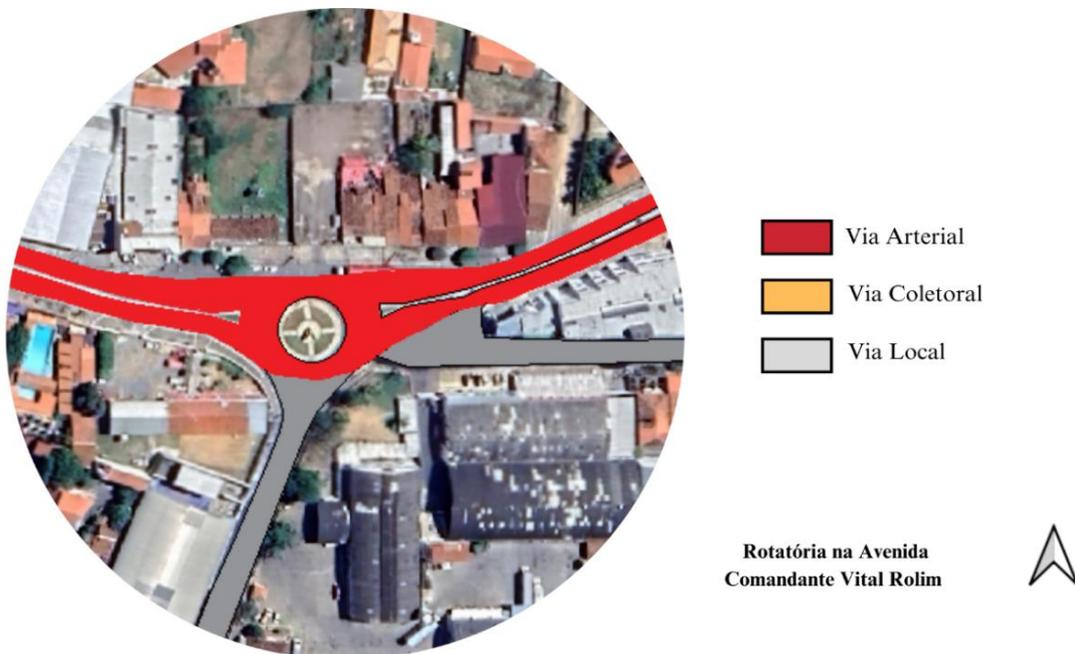
Segundo Alves (2011), construções e empreendimentos que geram grande volume de tráfego nas redondezas de uma área são conhecidos como Polo Geradores de Viagens (PGVs) ou Polo Geradores de Tráfegos (PGT). Estes são responsáveis por viabilizar diversas movimentações e, por conseguinte, resultam num volume significativo de deslocamentos. Este é um fator adicional que influencia a rotatória em análise, uma vez que polos de impacto específico para a cidade estão localizados nas suas imediações, como shoppings, restaurantes, bares ou instituições públicas.

5.1.4 Entorno da rotatória: hierarquia viária

A estrutura hierárquica da rede viária pode ser identificada na Figura 26, que representa as vias que compõem a rotatória em análise. Conforme destacado por Ferreira da Silva (1995), as vias arteriais são empregadas em sistemas de tráfego com um fluxo mais intenso, proporcionando uma qualidade superior nas viagens e conectando diversas áreas. Por sua vez, a via coletora é caracterizada por distribuir o tráfego da via arterial para seus destinos finais. Por fim, a via local permite o acesso a áreas mais internas, apresentando uma estrutura urbana adequada para velocidades reduzidas.

Nesta representação, destaca-se a predominância de vias arteriais, as quais possuem uma configuração que conecta diversos pontos da região. Entretanto, também são identificadas vias locais, que possuem uma estrutura menos robusta em comparação às arteriais, caracterizando-se por um fluxo de tráfego mais reduzido. Essa observação é de grande importância, pois impacta o tráfego local e o bem-estar de pedestres e ciclistas, uma vez que essas vias conectam diferentes bairros e atividades econômicas na região.

Figura 25 – Hierarquia viária.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

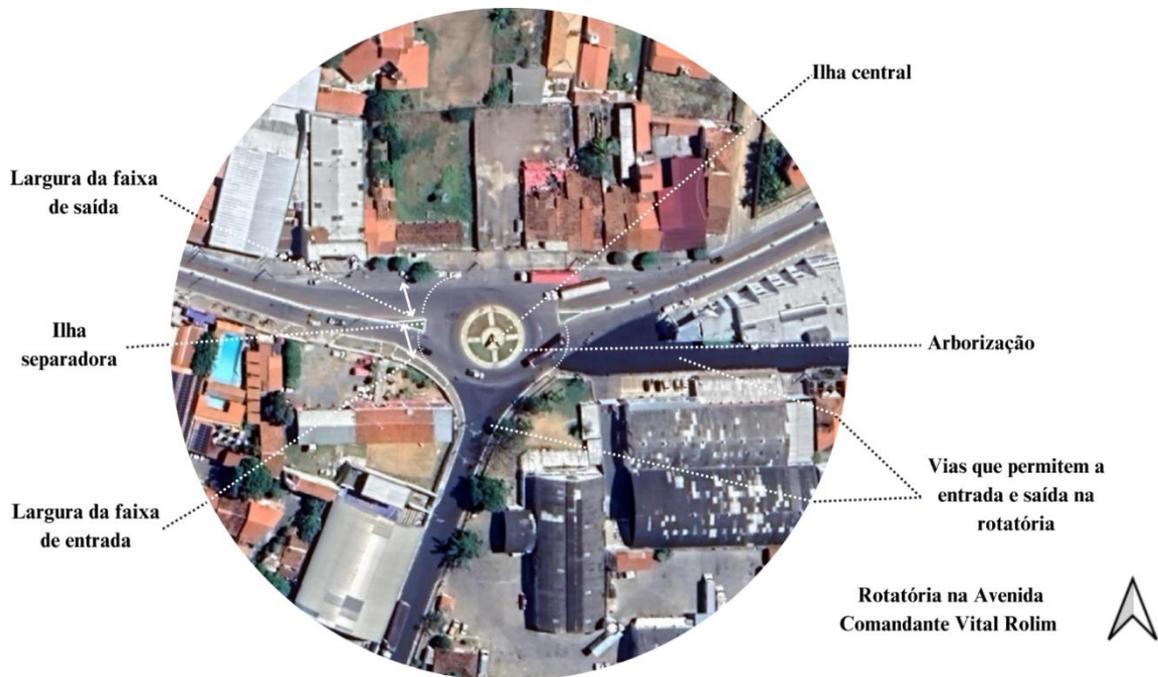
5.1.5 Geometria: elementos que compõem a rotatória

Segundo o DNIT (2005), para que uma rotatória apresente condições ideais de operacionalidade, é fundamental que seja projetada e estruturada considerando as

características específicas de sua instalação, como pavimentação, largura das calçadas seguindo a NBR 9050, ergonomia, acessibilidade, aspectos luminosos e verificação da adequação das velocidades das vias de acordo com sua classificação. Esses elementos e análises são essenciais para garantir a segurança dos que circulam na via.

Assim, conforme exposto nos exemplos de rotatórias demonstrados anteriormente, é visível a presença de elementos que permitem seu apropriado funcionamento. O mapa geral mostrado na Figura 27, apresenta os componentes da rotatória em estudo, incluindo a ilha central, as ilhas separadoras, as dimensões das faixas de entrada e saída, as vias que permitem tanto a entrada quanto a saída na rótula e a arborização das áreas circundantes.

Figura 26 - Mapa geral de elementos que compõem a rotatória.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As Figuras 28, 29, 30 e 31 apresentam atualmente, respectivamente, a ilha central com sua arborização ao redor, as faixas (entrada e saída), as vias que permitem tanto a entrada quanto a saída na rotatória e a ilha separadora. Estes elementos compõem a rotatória em análise, e estão configurados de acordo com a representação, permitindo melhor visualização.

Figura 27 - Ilha central e arborização.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Figura 28 - Faixa de entrada e saída e ilha separadora.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Figura 29 - Vias de entrada e saída.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

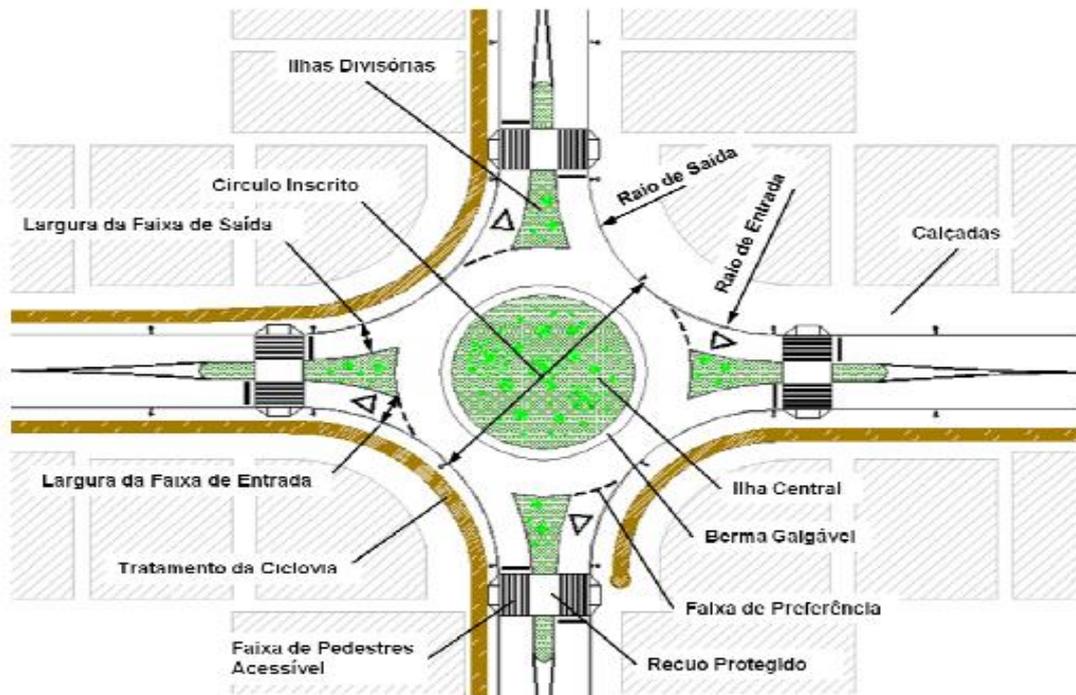
Figura 30 - Ilha separadora.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Coelho (2012) apresenta os principais elementos de uma rótula moderna para que seja segura e opere de acordo com a capacidade do tráfego. A Figura 32, apresenta tais componentes, permitindo a análise e comparação com os presentes na rotatória estudada.

Figura 31 - Mapa padrão de elementos que compõem a rotatória.



Fonte: Coelho, 2012.

Conforme mencionado anteriormente, a rotatória examinada se classifica como moderna. Dessa forma, por meio das análises conduzidas por Coelho (2012), é viável identificar informações relevantes sobre os elementos analisados por ele e a rotatória abordada neste estudo.

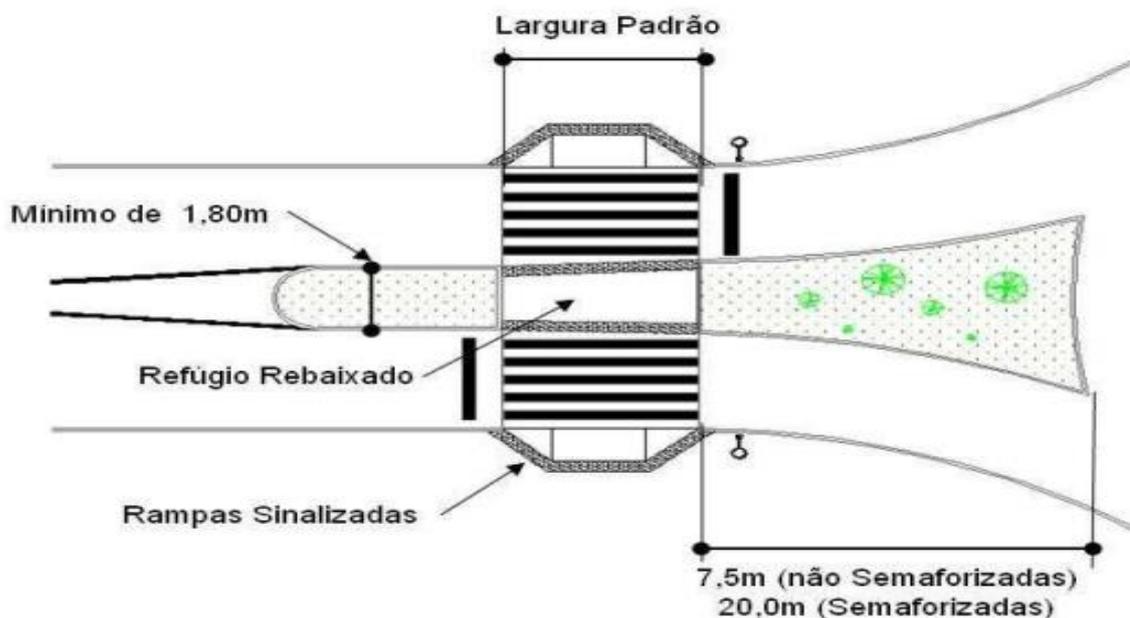
O autor enfatiza a necessidade de a ilha central possuir uma forma ligeiramente oval, observando que os ramos de saída devem ser maiores que os de entrada, conforme já verificado na rotatória em estudo. Além disso, destaca-se a importância significativa de garantir a visibilidade adequada das ilhas centrais e suas divisórias, permitindo que pedestres e motoristas se movam livremente, eliminando qualquer obstáculo físico presente, como bancas, telefones, entre outros.

Os percursos na rotatória em análise carecem de atratividade, e a travessia dos pedestres pela ilha central ou pela faixa de circulação é considerada inaceitável, uma vez que não oferece a proteção adequada ao pedestre. Portanto, as faixas de pedestres, elemento ausente na rótula em estudo, devem estar presentes nas vias de acesso, posicionadas transversalmente às ilhas divisórias, com prioridade concedida aos pedestres em relação aos veículos.

Ainda, Coelho (2012) relata que as ilhas divisórias devem incluir faixas de pedestres com largura mínima de 1,80 metros, apresentando um refúgio rebaixado para facilitar a

travessia dos pedestres. É essencial também a presença de rampas de acessibilidade em ambas as extremidades para atender pessoas com mobilidade reduzida, cadeirantes, usuários de carrinhos diversos e ciclistas. Adicionalmente, a implementação de piso tátil é crucial para proporcionar sinalização adequada para deficientes visuais. Em casos onde a segurança do pedestre estiver em risco, é recomendável empregar sinalizações de trânsito. A Figura 33, exemplifica a análise feita pelo autor.

Figura 32 - Faixas de pedestres.



Fonte: Coelho, 2012.

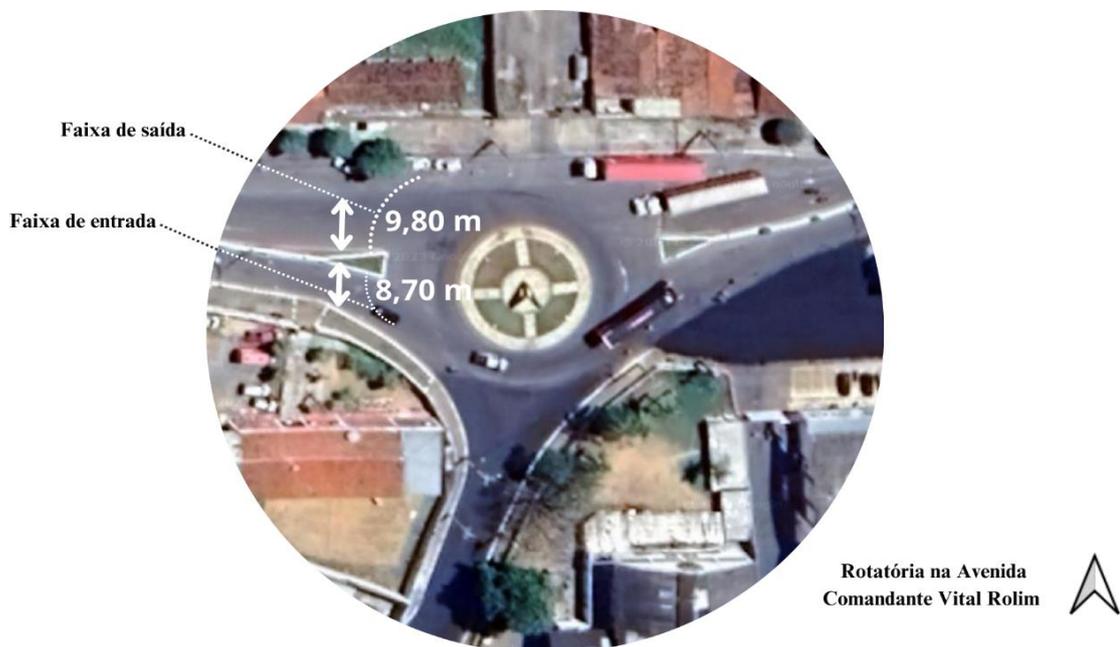
Segundo as recomendações de Coelho (2012) para ciclistas, sugere-se que a ciclofaixa seja localizada a até 30 metros da rotatória. Além disso, incentiva-se que os ciclistas compartilhem a via com os veículos quando a velocidade não ultrapassar 25 km/h, sem realizar ultrapassagens enquanto estiverem dentro da rotatória, aspecto que deve ser estritamente observado. No caso de rotatórias com duas faixas e velocidades superiores, é aconselhável a criação de ciclofaixas separadas.

Diante do exposto, observa-se que a rotatória sob análise não conta com todos os elementos essenciais para uso adequado, uma vez que a ausência de faixas de pedestres e da sinalização apropriada compromete de maneira substancial a segurança e movimentação dos pedestres.

5.1.6 Geometria: largura das faixas de entrada e saída

Por meio das investigações e análises realizadas por Souza (2015) a largura das faixas de entrada deve ser inferior à largura das faixas de saída da rotatória. Isso ocorre porque a prioridade é dificultar o ingresso e facilitar a saída, a fim de promover um fluxo mais contínuo. Nesse sentido, a Figura 34 exibe a análise das larguras das faixas de entrada e saída do lado esquerdo, revelando que elas apresentam valores para as faixas de saídas maiores que para as faixas de entrada, o que é adequado para o uso da rótula, de acordo com a literatura estudada.

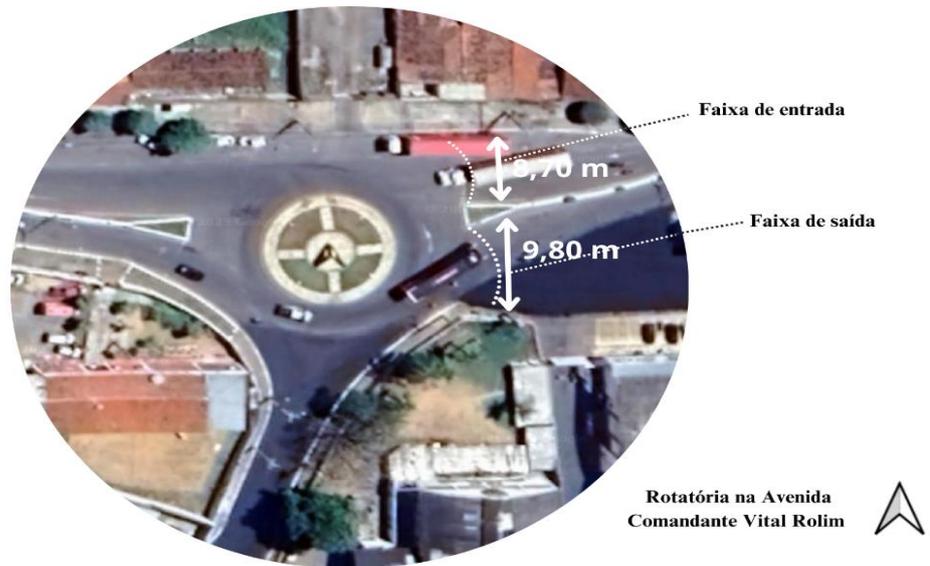
Figura 33 - Largura das faixas de entrada e saída (lado esquerdo).



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A avaliação pode ser contínua ao lado direito, uma vez que, nesse lado, a faixa de entrada possui uma extensão de 8,70 metros, enquanto a de saída tem 9,80 metros. Contudo, é importante observar que a faixa de saída da rotatória abrange também uma via que possibilita tanto a entrada quanto a saída, resultando em conflitos no tráfego e potencializando encontros de veículos que estão saindo e entrando na rotatória. Esses valores são apresentados de maneira mais clara na Figura 35.

Figura 34 - Largura das faixas de entrada e saída (lado direito).

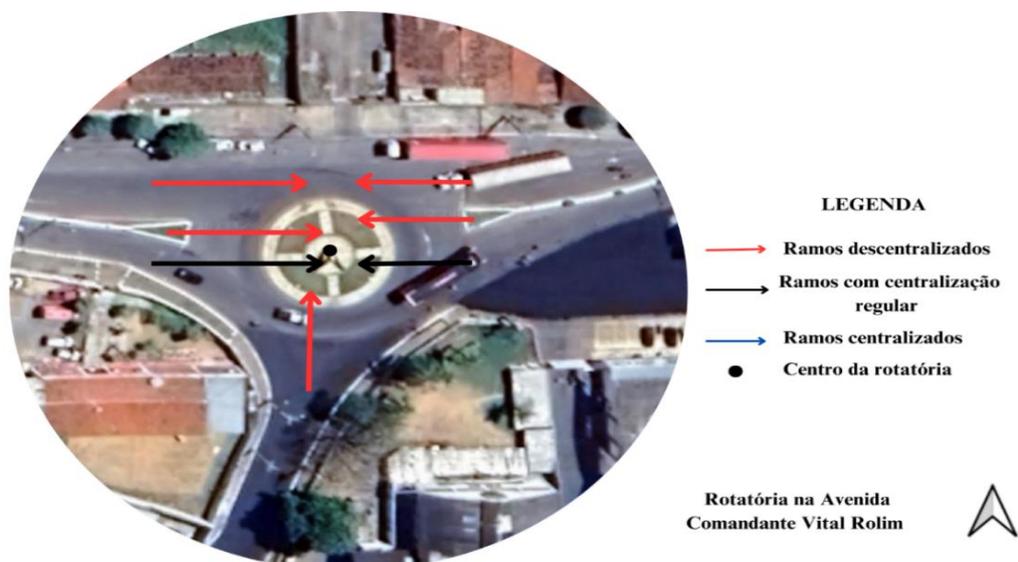


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

5.1.7 Geometria: centralização e descentralização dos ramos

Utilizando a metodologia de análise prevista, foi examinada a centralização e descentralização das faixas na rotatória, pois isso permite avaliar como o fluxo ocorre nas proximidades da mesma. A Figura 36 exibe um mapa que possibilita a análise desse aspecto, indicando que a rotatória não está configurada de acordo com as diretrizes para uma rotatória ideal, no que se refere à distribuição adequada de faixas centralizada.

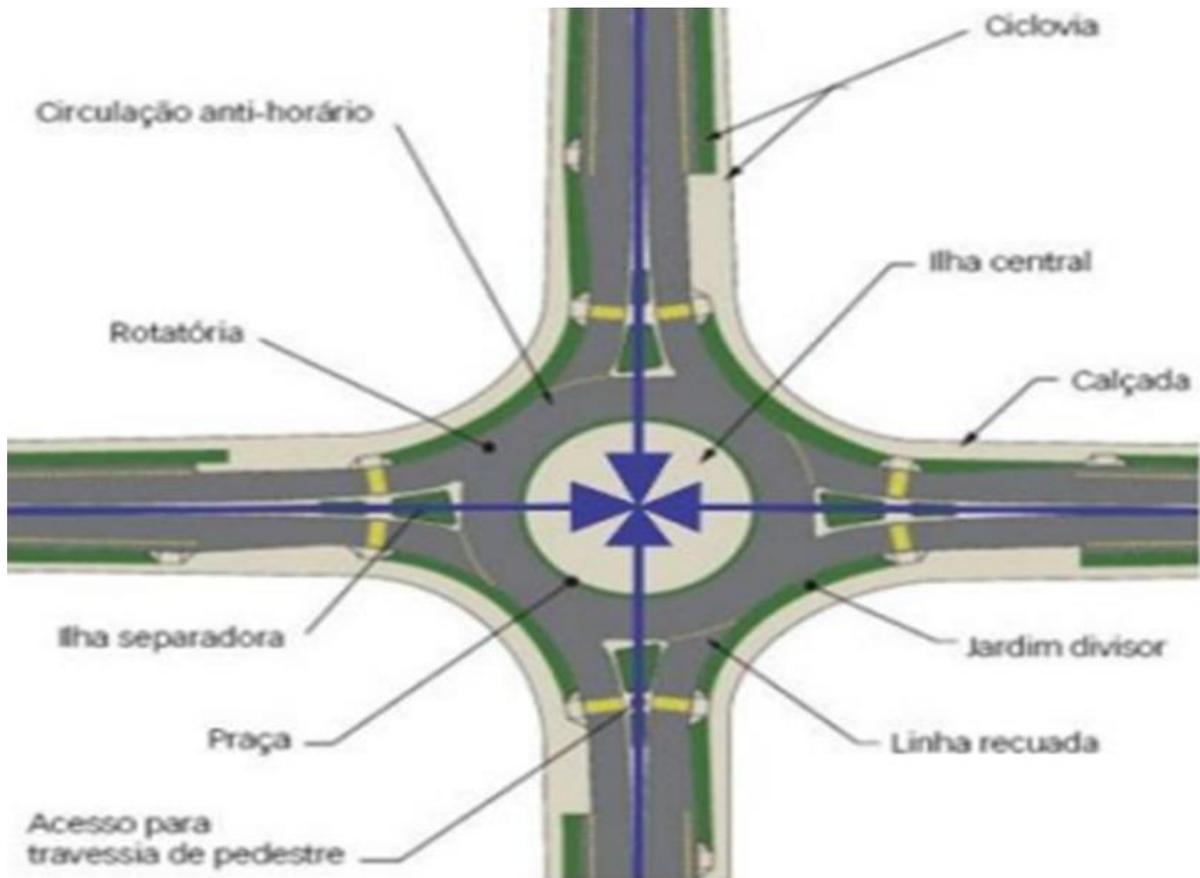
Figura 35 - Centralização e descentralização das faixas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por meio da Figura 37 fornecida por Souza (2015), é viável compreender a disposição centralizada que uma rotatória considerada ideal deve apresentar, na qual os ramos de entrada e saída estão alinhados com o centro da rótula. Essa configuração possibilita a fluidez do tráfego e mantém uma velocidade padronizada na via, evitando paradas e conflitos no trânsito.

Figura 36 - Elementos de uma rotatória moderna.



Fonte: Coelho, 2012.

A análise realizada permite identificar que existem apenas ramos descentralizados (maioria) ou com centralização regular, esse aspecto mostra que a travessia do pedestre não ocorre com um tempo apropriado, necessitando da centralização dos ramos para que diminuía ao máximo os riscos de atropelamentos.

5.1.8 Geometria: vias que permitem tanto a entrada quanto a saída na rotatória

Outro elemento que provoca irregularidades na rotatória são as vias que permitem tanto a entrada quanto a saída na rótula, o que possibilita maior circulação de veículos, pedestres e ciclistas na área. Essas estradas estão ilustradas na figura e desempenham papel específico no aumento dos riscos de sinistros, uma vez que, tal como em toda a rotatória, não há sinalização

necessária nem faixas específicas para pedestres e ciclistas. A partir da Figura 38 observa-se a ausência desses elementos de maneira mais nítida.

Figura 37 - Ausência de sinalização e faixas para pedestres e ciclistas nas vias que permitem a entrada e saída na rotatória.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Foi possível constatar a partir da imagem a presença de ciclistas atravessando a via sem proteção, em meio ao fluxo proveniente das faixas de entrada e saída. Conforme as investigações de Tarikian (2017), observa-se que a introdução de ciclofaixas contribui para a diminuição do número de sinistros envolvendo ciclistas no trânsito. Isso proporciona maior segurança e confiabilidade, encorajando os ciclistas a realizarem seus deslocamentos com frequência e, por conseguinte, aumentando a utilização desse modal.

5.1.9 Pedestres: influências no passeio

A iluminação presente na rotatória, outro fator estudado que interfere no passeio dos pedestres, encontra-se em situações desfavoráveis para que os cidadãos que circulam nas redondezas, através dos diversos tipos de modais existentes, consigam visualizar as vias com maior e melhor visibilidade. Assim, sendo mais um dos elementos que influencia na ocorrência de sinistros. A Figura 39 fornece um exemplo de como estão dispostos os postes no entorno da rótula e como ela está iluminada durante o período da noite.

Figura 38 - Iluminação inadequada.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Segundo Souza (2015), a conservação do pavimento é de suma importância para o conforto dos motoristas, pedestres e ciclistas que transitam na área da rotatória. Nesse sentido, a partir da Figura 40, observa-se que a rótula não dispõe de um pavimento conservado e adequado para locomoção satisfatória, exibindo fissuras como patologia principal nessa parte do pavimento.

Figura 39 - Parte do pavimento da rotatória.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

A segregação dos passeios tem como objetivo satisfazer tanto as necessidades de pedestres quanto de ciclistas. Dessa forma, o passeio de pedestres e ciclistas se tornam comprometidos na rotatória em análise, visto que a mesma não oferece espaços destinados a ambos, fator ilustrado na Figura 40 com a visualização ampla do objeto de estudo.

Figura 40 - Falta de segregação de passeios.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Outro fator que impacta negativamente a rótula em estudo é a ausência de mais áreas verdes e sombreadas em seu entorno. Observa-se através da Figura 42, que a arborização presente na rotatória está distribuída em sua ilha central e em poucas árvores ao redor. Isso afeta a paisagem da avenida e reduz o conforto térmico proporcionado pela sombra, especialmente considerando uma região que enfrenta altas temperaturas durante a maior parte do ano.

Figura 41 - Ausência de arborização.



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

A faixa de pedestres, essencial em uma rotatória contemporânea, desempenha papel crucial na travessia segura das pessoas nas vias. Na Figura 43, é possível observar os pedestres atravessando a rótula sem qualquer medida de segurança, sem faixa, sem semáforo ou sinalização de prioridade, o que intensifica significativamente o risco de sinistros.

Figura 42 - Inexistência de faixas de pedestres.

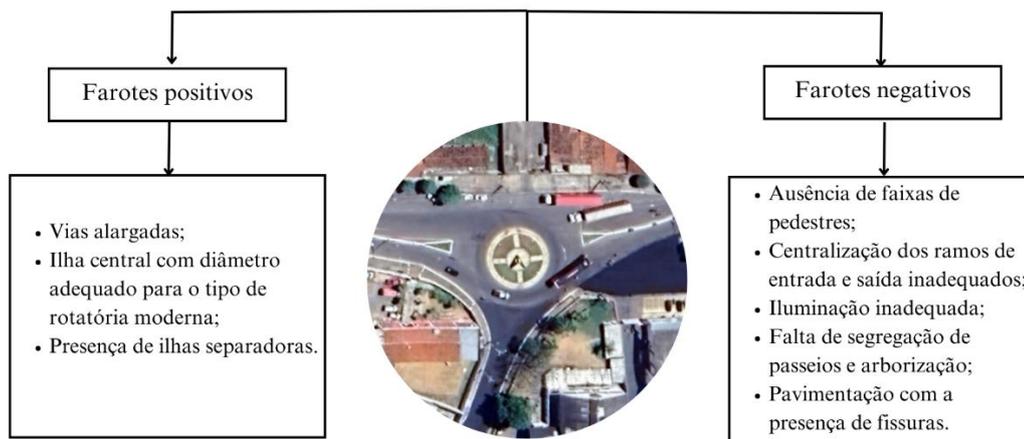


Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Contudo, conforme destacado por Ribeiro (2012), no contexto dos sinistros de trânsito, pedestres e ciclistas são as partes mais vulneráveis, uma vez que os conflitos surgem nas vias de circulação, onde veículos motorizados de diversos tipos, pedestres e ciclistas ocupam o mesmo espaço. Portanto, na rotatória em análise, a segurança e o conforto de pedestres e ciclistas não estão garantidos, como foi possível verificar que os mesmos estão expostos a riscos consideráveis de sinistros e podem enfrentar dificuldades ao atravessar a rotatória, especialmente nos horários de pico, quando o tráfego é mais intenso.

Considerando o exposto, a Figura 44 oferece um esquema que funciona como uma síntese dos aspectos positivos e negativos na rotatória estudada. Através das pesquisas realizadas, observa-se que a rotatória apresenta irregularidades, porém, há elementos como vias que disponibilizam espaços para a instalação de faixas de pedestres, o que pode contribuir para aprimorar suas condições.

Figura 43 - Diagrama (fatores positivos e negativos).



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

5.1.10 Métodos: matriz FOFA

Emprega-se a matriz SWOT, traduzido para o português como matriz FOFA, como abordagem para analisar a rotatória em estudo. Através dessa matriz, é possível identificar os aspectos positivos, relacionados às forças (fatores internos) e às oportunidades (fatores externos), bem como os aspectos negativos, associados às fraquezas (fatores internos) e às ameaças (fatores externos). Essa ferramenta é usada para estabelecer conexões estratégicas e otimizar a análise do objeto de estudo de maneira eficaz.

Logo, a Figura 45, traz em sua composição de forma objetiva e clara algumas particularidades da rótula em estudo, visto que ela apresenta vantagens e desvantagens que podem ser descritas e analisada de acordo com a matriz FOFA.

Figura 44 - Matriz FOFA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Este método foi empregado com a intenção de guiar a proposta de remodelação para a rotatória em análise, uma vez que destaca seus pontos positivos a serem aprimorados e as irregularidades identificadas nos estudos. Dessa maneira, a matriz SWOT oferece uma visão abrangente do que foi estudado, fornecida como base para o planejamento e formulação de ações que envolvem uma rotatória ideal, alinhada às características identificadas durante a pesquisa.

5.1.11 Métodos: quadro PPD

O Quadro de PPD é um método de análise com o objetivo de sistematizar os desafios presentes na rotatória e identificar estratégias potenciais para resolvê-los, o Quadro 2 exibe o Quadro PPD (Problemáticas, Propriedades e Diretrizes) para a rotatória em análise. Este quadro permite a identificação dos problemas e das características vantajosas da rotatória, que podem ser utilizadas na busca de soluções. Contendo, também, a imagem da rótula como forma de observar através da imagem a falta dos elementos citados nas problemáticas.

Quadro 2 - Quadro PPD.

Ilustração	Problemáticas	Potencialidades	Diretrizes
	Ausência de faixa de pedestre.	Vias com dimensões adequadas e incidência de fluxos pedonais. para inclusão de faixas para pedestres.	Possibilitar a adaptação da rotatória com o uso de faixa para a circulação e segurança dos pedestres.
	Falta de placas de sinalização.	Espaço apropriado para a disposição de placas conforme as necessidades específicas.	Fluxo de tráfego ininterrupto e coeso, alinhado com a instalação estratégica de placas de sinalização, que orientem os motoristas sobre as regras de circulação na rotatória.
	Iluminação inadequada, ocasionando insegurança, desconforto e má visualização tanto dos motoristas quanto dos pedestres.	Áreas para alocar postes estratégicos para melhor visualização da via.	Colaborar com a melhoria da visibilidade de motoristas e pedestres durante a noite, com o propósito de reduzir ocorrências de sinistros.

Ilustração	Problemáticas	Potencialidades	Diretrizes
	<p>Carência de composição arbórea ideal, para impactar em termos ambientais, visuais, paisagísticos e conforto ambiental.</p>	<p>Alternativas que contemplam áreas para o reflorestamento.</p>	<p>Ambientes arejados e sombreados a fim de proporcionar espaços arborizadas para a circulação dos pedestres.</p>
	<p>Aspectos vinculados à qualidade e conservação do pavimento.</p>	<p>Possíveis reparos capazes de aumentar a potencialidade do pavimento.</p>	<p>Reduzir a possibilidade de ocorrência de sinistros e possibilitar passeios confortáveis para os diversos tipos de modais.</p>
	<p>Ausência de segregação de passeios.</p>	<p>O entorno da rotatória dispõem de espaços adequados para a instalação de áreas destinadas a deslocamentos de pedestres e ciclistas.</p>	<p>Conforto e segurança na caminhabilidade de pedestres e ciclistas.</p>
	<p>Centralização dos ramos de entrada e saída inadequados.</p>	<p>As vias possuem larguras que podem ser reajustadas para que os ramos de saída sejam maiores que os de entrada.</p>	<p>Proporciona maior fluidez no tráfego, facilitando a saída dos veículos na rotatória e dificultando a entrada.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Assim como apresentado através do método da matriz FOFA, o quadro PPD apresenta orientações que guiam uma potencial remodelação para tornar a rotatória ideal com os

elementos necessários e operar de maneira eficiente. Esses elementos incluem faixas de pedestres, espaços destinados ao deslocamento de ciclistas, instruções para abordar problemas no pavimento, bem como aprimoramentos na iluminação para melhorar a visibilidade dos motoristas e de todos que circulam na área.

Portanto, é possível perceber que atualmente, ainda não há projetos urbanos bem planejados para os deslocamentos a pé ou motorizados, impactando no tráfego de forma geral. Isso pode ser exemplificado pela rotatória em análise, uma vez que sua instalação não foi precedida por um planejamento consistente.

5.2 PROPOSTA DE REMODELAÇÃO

A proposta de remodelação visa introduzir uma rotatória que se adapte às características mencionadas anteriormente, buscando minimizar todos os problemas identificados para permitir o fluxo de tráfego adequado. Inicialmente, apresenta-se o resultado obtido na rotatória específica, no qual a Figura 46 é uma perspectiva eletrônica e destaca a disposição de postes ao seu redor, que atualmente não corresponde à configuração atual.

Figura 45 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao incorporar postes de iluminação em toda a área circundante, incluindo a própria rotatória, será possível reduzir consideravelmente os problemas relacionados à falta de

iluminação, proporcionando condições mais seguras para motoristas, pedestres e ciclistas. Conforme ilustrado na figura acima, a Figura 47 também apresenta de forma mais próxima a presença de faixas de pedestres, placas de sinalização que regulamentam o fluxo e proporcionam a acessibilidade para os indivíduos.

Figura 46 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada 2.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Destaca-se a relevância da presença de todos esses elementos mencionados anteriormente, já que eles desempenham um papel significativo na segurança dos pedestres e na fluidez do tráfego. Além disso, é evidente a existência de ciclofaixas que delimitam a área ao redor da rotatória, permitindo circulação segura e eficiente para ciclistas.

A falta de arborização e a ausência de uma segregação clara entre os passeios de pedestres e ciclistas foram aspectos problemáticos identificados na rotatória atual. Portanto, a proposta de reestruturação destacada na Figura 48 aborda essa questão ao incluir a presença de árvores e vegetação em todo o seu entorno, além das faixas e ciclofaixas apresentadas anteriormente.

Figura 47 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada 3.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Estes elementos contribuem para a qualidade do passeio, visto que possibilita maior confiança para que os pedestres e ciclistas circulem no entorno da rotatória de forma mais segura. Além disso, a arborização não só cria espaços arejados e sombreados para o deslocamento, mas também acrescenta um aspecto estético, tornando a rotatória mais atraente.

A Figura 49 traz uma visão mais ampla da proposta de remodelação englobando todos esses fatores mencionados e observando a presença de todos os elementos, sendo eles ciclofaixas, faixas de pedestres, placas de sinalização e de acessibilidade, arborização e postes de iluminação. Portanto, essa proposta inicial traz de forma visual como seria a remodelação da rotatória de acordo com os estudos e análises realizadas.

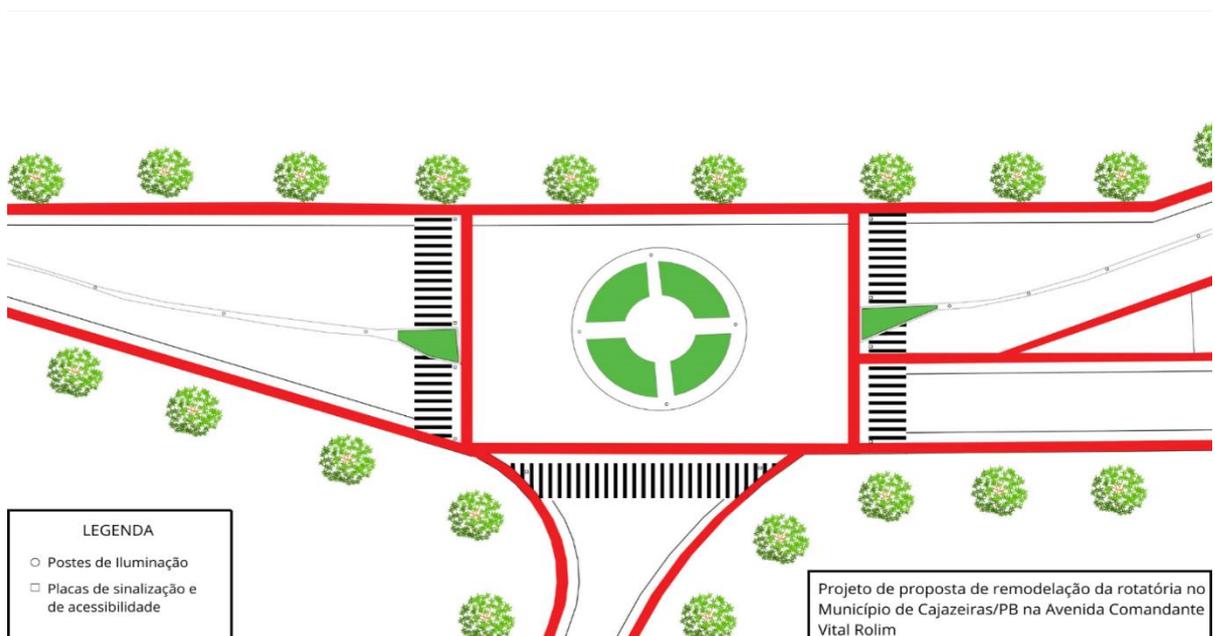
Figura 48 - Perspectiva eletrônica da rotatória remodelada 4.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A proposta de remodelação abrange as dimensões a serem consideradas para faixas de pedestres, ciclofaixas e acostamento. Adicionalmente, o projeto de remodelação inclui as dimensões das vias de entrada e saída, visando realizar ajustes que permitam a centralização dos ramos. A Figura 50 tem a proposta geral do projeto em vista superior.

Figura 49 – Vista superior do projeto de proposta de remodelação.

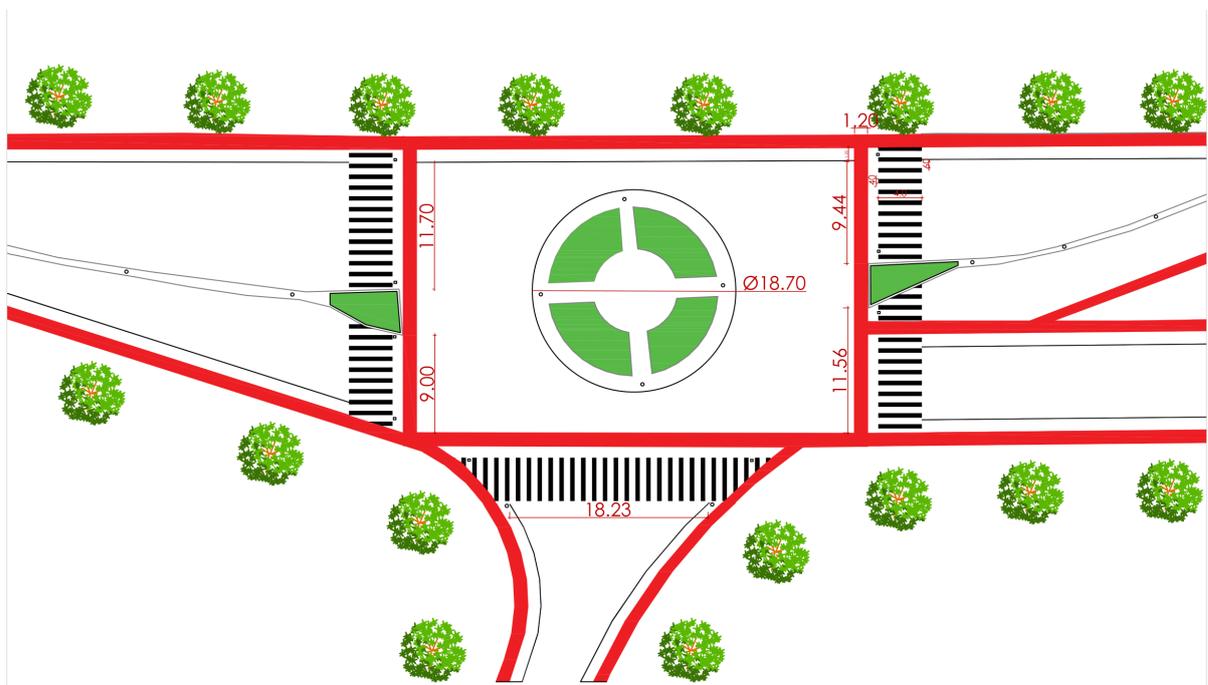


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Conforme as diretrizes do Conselho Nacional de Trânsito - CONATRAN (2022a), as medidas para ciclofaixa variam de acordo com o volume de bicicletas por hora/sentido. Para até 1.000 bicicletas, a largura mínima útil unidirecional é de 1,00 metro. No projeto em questão, optou-se por uma largura de 1,20 metros para a ciclofaixa unidirecional, considerando as dimensões da via, e realizou-se a redistribuição das ciclofaixas ao redor de toda a rotatória.

No que diz respeito às faixas de travessia de pedestres, CONATRAN (2022b) estabelece a adoção de 4 metros de comprimento para cada faixa, espaçadas em intervalos de 20 centímetros. Quanto ao acostamento, a largura utilizada é de 1,20 metros, levando em conta as dimensões da via. Todos esses valores podem ser visualizados na Figura 51.

Figura 50 – Vista superior da proposta de remodelação com cotas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Além disso, são detalhados o diâmetro da ilha central e as dimensões das vias circundantes, sendo notável que foram efetuadas modificações sutis. Entre elas, destaca-se o ajuste no afastamento da ilha separadora, visando facilitar a saída da rotatória, dificultar a entrada e promover a centralização com o centro da rótula.

Em conclusão, é crucial ressaltar a relevância das propostas apresentadas, uma vez que a rotatória analisada apresenta desafios passíveis de revisão e estudo. Essas propostas buscam não apenas proporcionar um fluxo de tráfego mais eficiente, mas também garantir segurança, qualidade e confiabilidade nos deslocamentos de pedestres e ciclistas na região.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento urbano desempenha papel crucial na promoção de fluxo de tráfego adequado, seguro e eficiente. Ao analisar a rótula localizada na Avenida Comandante Vital Rolim, no Município de Cajazeiras/PB, por meio de diversos tipos de rotatórias existentes e estudos aprofundados, foi possível extrair conclusões significativas sobre seu projeto geométrico e a distribuição de seus elementos.

Foi possível verificar que a rotatória apresenta irregularidades na alocação de suas vias, comprometendo a segurança, bem-estar e qualidade do deslocamento de pedestres e ciclistas, uma vez que não possui faixas e ciclofaixas adequadas para esses modais. Inicialmente, a proposta deste trabalho era analisar tanto os aspectos positivos quanto negativos da rótula, identificando ameaças e possibilidades de melhorias. Dessa forma, foi elaborada uma proposta de remodelação, visando proporcionar um trânsito viável e seguro.

Embora a região não apresente dados específicos sobre incidentes na rótula em estudo, a análise concentrou-se na observação do uso e ocupação do solo, hierarquia viária, composição de elementos e estudos disponíveis que pudessem contribuir para uma análise abrangente.

Além das questões mencionadas, a rotatória carece de arborização para sombreamento natural e melhoria na sensação térmica, placas de sinalização e acessibilidade. A iluminação, outro aspecto analisado, revelou-se ineficaz, comprometendo a visibilidade das vias e aumentando os riscos de sinistros.

Diante desse panorama, o projeto de remodelação proposto neste trabalho objetivou abordar essas deficiências ao adicionar faixas específicas para pedestres e ciclistas, alocar placas de sinalização e garantir acessibilidade. Além disso, destaca-se o foco na arborização ao redor da rotatória e na melhoria da iluminação das vias para promover um ambiente mais seguro e funcional.

Assim, mesmo diante da ausência de dados específicos sobre a rótula analisada, foi viável conduzir estudos que proporcionaram resultados relevantes para o planejamento urbano da região. Destaca-se a observação de que, frequentemente, os diversos tipos de modais existentes não são devidamente considerados no projeto geométrico de uma rótula, tornando-os vulneráveis e expostos nas condições atuais de tráfego.

A investigação, embora tenha como intuito examinar os pontos de conflito na rotatória em análise, encontrou algumas limitações. Não foi possível realizar análises de índices de sinistros devido à falta de dados locais. A viabilidade da instalação de semáforos também não

pôde ser abordada devido à necessidade de estudos mais aprofundados e específicos sobre o assunto. Da mesma forma, a análise das rotas dos pedestres exigiria uma metodologia apropriada para esse fim.

Em última análise, é notório que este estudo proporciona conclusões importantes sobre a rotatória na cidade, tornando-se uma base para pesquisas subsequentes e contribuindo para o planejamento estratégico da região. Além disso, a proposta de remodelação sugerida nesta pesquisa pode ser replicada em outros pontos da cidade. Portanto, o estudo avalia aspectos essenciais e contribui para a redução dos riscos de sinistros, promovendo a segregação de áreas para pedestres e ciclistas, garantindo a segurança daqueles que circulam na área.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. **Correlação entre acidentes de trânsito, uso e ocupação do solo, polos geradores de viagens e população na cidade de Uberlândia-MG**. 2011, 184 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4313/3905.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 de nov. de 2023.

COELHO, M. D. **Análise e sugestões para projetos geométricos de rótulas modernas em vias urbanas**. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

COSTA, J. P. B. da. **Mini-rotatórias: contribuição na redução de conflitos em interseções urbanas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5863/1/arquivo6734_1.pdf. Acesso em: 19 jul. 2023.

CONATRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume VII: Sinalização Ciclovária**. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of__08__MBST_Vol._VIII__Sinalizacao_Ciclovitaria.pdf. Acesso em: 27 de nov. de 2023.

CONATRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume IV: Sinalização Horizontal**. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of__04__MBST_Vol._IV__Sinalizacao_Horizontal.pdf. Acesso em: 27 de nov. de 2023.

CNT-CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do transporte**. Brasília: Confederação Nacional do Transporte, 2022. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/Rodoviario/1-1-/Inicial>. Acesso em: 03 abr. 2023.

DNIT-DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Projeto de Interseções**. IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Publicação 718, 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil, 2005. 530 p.

FERRAZ, C.; ARCHIMEDES, R. J.; BEZERRA, B.; BASTOS, T.; RODRIGUES, K. **Segurança viária**. São Carlos: São Paulo. Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FHWA. **Roundabouts: na informational guide** – Us. Department of Transportation Federal Highway Administration – Publication n° RD-00-067, Virginia, USA, June 2000.

FREITAS, A. L. P.; REIS FILHO, C. A. C.; RODRIGUES, F. R. Avaliação da qualidade do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros: uma abordagem exploratória.

Transportes. Rio de Janeiro, v. 19, n. 4961, p. 49-61, 04 de novembro de 2011. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/376>. Acesso em: 03 abr. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S.A. 2002. 176 p.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 03 abr. 2023.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 1961. Tradução de Carlos Mendes S. Rosa. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2014. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3843818/course/section/923498/JACOBS-Jane-1961-Morte-e-Vida-de-Grandes-Cidades%20%281%29.pdf>. Acesso em: 26 de out. de 2023.

MARCUSSO, L. G.; SOLEK, M. J. **Proposta de remodelação de uma interseção rodoviária na cidade de Curitiba/PR com foco na segurança dos usuários e na capacidade de tráfego**. 2018. 134 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

PORTAL DO SERTÃO. **Homem fica ferido após colidir em caminhão na cidade de cajazeiras**. Portal do Sertão. Cajazeiras-PB, 12 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://portalsertao.com/noticia/45228/homem-fica-ferido-apos-colidir-em-caminhao-na-cidade-de-cajazeiras>. Acesso em: 03 abr. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013. 277 p.

RIBEIRO. A. L. **Método de análise de projetos viários para melhoria da segurança de pedestres e ciclistas em rodovias concessionadas paulistas**. 2012, 353 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-12062013-144201/publico/Dissertacao_AndreaLaurindiviciusRibeiro_REVISADO.pdf. Acesso em: 26 de nov. de 2023.

SILVA, A. M. B.; SECO, A. J. M. Manual de Planejamento das acessibilidades e da gestão viária. **Comissão de coordenação e desenvolvimento regional do Norte**. 2008. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=rotundas+silva+e+seco&btnG=#d=gs_cit&t=1701872460076&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AP3Z1cxnxU8IJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Dpt-BR. Acesso em: 10 de abr. de 2023.

SILVA, A. F. da. **Classificação funcional das vias urbanas estudo de caso: Campina Grande-PB**. 1995. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência (M.Sc.) de Engenharia) – Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2106>. Acesso em: 10 de nov. de 2023.

SOUZA, J. V. de. **Segurança de pedestres em rotatórias urbanas**. 2015. 344 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

TAEKRATOK, T. **Modern roundabouts for oregon**. 1998.

TARIKIAN, F. S. **Mobilidade urbana**: uma análise sociológica das ciclovias e das ciclofaixas na cidade de São Paulo. 2017. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Católica de São Paulo. Disponível em:
<https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/20605/4/Fabio%20Scaringella%20Tarikian.pdf>.
Acesso em: 26 de nov. de 2023.

YIN, R. K. **ESTUDO DE CASO**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 200 p.