ROTATÓRIAS URBANAS E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL: AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA EM JUAZEIRO DO NORTE (CE)

URBAN ROUNDABOUTS AND SUSTAINABLE MOBILITY: AN ASSESSMENT OF ROAD SAFETY IN JUAZEIRO DO NORTE (CE)

GLORIETAS URBANAS Y MOVILIDAD SOSTENIBLE: UNA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN JUAZEIRO DO NORTE (CE)

DOI 10.55028/geop.v21i40

Antônio Soares Barros[*]
Raimundo Pereira Luna[**]
Yonar Cavalcante da Silva[***]

Resumo: As cidades médias brasileiras enfrentam desafios crescentes relacionados à mobilidade urbana e à segurança viária devido ao aumento da frota e à complexidade dos sistemas de circulação. Este artigo analisa a implantação de rotatórias urbanas em Juazeiro do Norte (CE), iniciada em 2022, discutindo suas contribuições para a segurança viária e a organização do tráfego. Trata-se de um estudo de caso com abordagem qualitativa e quantitativa, baseado em dados do DEMUTRAN e documentos institucionais. Os resultados indicam baixa participação das rotatórias nos acidentes registrados e evidenciam seu potencial para reorganizar a circulação, contribuindo para o planejamento da mobilidade urbana.

Palavras-chave: Mobilidade urbana; Segurança viária; Planejamento urbano; Sustentabilidade.

Abstract: Mid-sized Brazilian cities face growing challenges regarding urban mobility and road safety due to the expanding vehicle fleet and the complexity of traffic systems. This article analyzes

Introdução

A mobilidade urbana constitui um dos principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras contemporâneas, especialmente aquelas de porte médio que vivenciam processos acelerados de expansão urbana e intensificação dos fluxos veiculares. O crescimento desordenado, aliado à fragmentação do uso do solo e à concentração de atividades em áreas centrais, tem ampliado as distâncias percorridas diariamente pela população, pressionando a infraestrutura viária existente (Vasconcellos, 2014).

Nas últimas décadas, a predominância do transporte individual motori-

[*] Engenheiro Civil, Mestre, Universidade Federal do Cariri-UFCA. 0000-0002-2432-0801 e-mail antoniosb65@yahoo.com.

[**] Geografo, Especialista, Universidade Regional do Cariri-URCA. 0009-0002-9277-1779 e-mail raimundoluna13@gmail.com.

[***] Tecnóloga da Construção Civil, Mestranda, Universidade Federal do Cariri-UFCA. 0009-0009-9578-5173 e-mail yonar.cavalcante@urca.br.

the implementation of urban roundabouts in Juazeiro do Norte (CE), initiated in 2022, and discusses their contributions to road safety and traffic organization. It presents a case study employing both qualitative and quantitative approaches, based on data from DEMUTRAN and institutional documents. The results indicate a low incidence of accidents involving these roundabouts and highlight their potential to reorganize traffic flow, thereby contributing to urban mobility planning.

Keywords: Urban mobility; Road safety; Urban planning; Sustainability.

Resumen: Las ciudades brasileñas de tamaño mediano se enfrentan a desafíos crecientes en materia de movilidad urbana y seguridad vial, debido a la expansión del parque automotor y a la complejidad de los sistemas de tráfico. Este artículo analiza la implementación de rotondas urbanas en Juazeiro do Norte (CE), iniciada en 2022, y examina su contribución a la seguridad vial y a la organización del tráfico. Se presenta un estudio de caso que emplea enfoques tanto cualitativos como cuantitativos, basado en datos de DEMUTRAN y en documentación institucional. Los resultados indican una baja incidencia de accidentes en estas rotondas y destacan su potencial para reorganizar el flujo vehicular, contribuyendo así a la planificación de la movilidad urbana.

Palabras clave: Movilidad urbana; Seguridad vial; Planificación urbana; Sostenibilidad.

zado consolidou-se como característica marcante da mobilidade urbana no Brasil. Tal padrão de deslocamento, incentivado historicamente por políticas públicas voltadas ao automóvel, contribuiu para a saturação das vias urbanas e para o aumento dos conflitos no trânsito, especialmente em áreas de interseção viária (ANTP, 2017).

Esse cenário tem implicações diretas sobre a segurança viária, uma vez que o trânsito urbano figura entre as principais causas de mortes e lesões no país. Segundo a Organização Mundial da Saúde, os acidentes de trânsito configuram-se como um grave problema de saúde pública, afetando de forma desproporcional países de renda média, como o Brasil (WHO, 2018).

No espaço urbano, as interseções viárias concentram parcela significativa dos acidentes de trânsito, em razão da convergência de fluxos, da multiplicidade de movimentos possíveis e da necessidade de tomada rápida de decisão por parte dos condutores e pedestres (Aashto, 2011). Dessa forma, o desenho geométrico dessas interseções assume papel estratégico na redução de riscos e na promoção de deslocamentos mais seguros.

O planejamento urbano contemporâneo tem buscado incorporar soluções que conciliem eficiência operacional, segurança viária e sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, o conceito de mobilidade urbana sustentável emerge como diretriz central, ao prio-

rizar a redução de externalidades negativas associadas ao transporte, como acidentes, emissões de poluentes e consumo excessivo de energia (Banister, 2008).

No Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei nº 12.587/2012, reforça a necessidade de integração entre planejamento urbano e transporte, bem como a adoção de medidas que promovam a segurança viária e a racionalização do uso do sistema viário (Brasil, 2012). Essa política estabelece princípios que orientam os municípios na implementação de intervenções voltadas à melhoria da circulação urbana.

Entre as alternativas adotadas por gestores públicos, destaca-se a implantação de rotatórias urbanas como dispositivo de controle de interseções. Estudos nacionais e internacionais indicam que as rotatórias contribuem para a redução do número e da gravidade dos acidentes, ao eliminar conflitos frontais e reduzir a velocidade média dos veículos (FHWA, 2010).

Além dos benefícios relacionados à segurança, as rotatórias apresentam vantagens operacionais, como maior fluidez do tráfego e menor dependência de sistemas semafóricos. Essa característica reduz custos de implantação, manutenção e consumo de energia elétrica, tornando-as particularmente atrativas para cidades médias e pequenas (ANTP, 2017).

Diversos estudos internacionais têm demonstrado que a adoção de rotatórias pode contribuir para a redução da frequência e da gravidade dos acidentes em comparação com interseções convencionais, sobretudo em locais onde predominam conflitos de conversão e cruzamento. Entretanto, esses benefícios dependem de fatores como o dimensionamento geométrico, o volume de tráfego, a composição da frota e o contexto urbano em que essas estruturas são implantadas. Dessa forma, a avaliação dos efeitos das rotatórias deve considerar as especificidades de cada realidade local, evitando generalizações baseadas exclusivamente em experiências desenvolvidas em outros contextos.

Sob a perspectiva do desenho urbano, as rotatórias também podem desempenhar papel relevante na reorganização dos fluxos e na qualificação do espaço público. Autores como Jacobs (2011) e Gehl (2013) destacam que intervenções viárias, quando bem planejadas, podem contribuir para ambientes urbanos mais legíveis, seguros e integrados.

No contexto brasileiro, cidades médias assumem papel estratégico na rede urbana nacional, concentrando fluxos regionais e desempenhando funções de centralidade econômica e social. Contudo, essas cidades frequentemente enfrentam limitações técnicas e financeiras para a implementação de soluções complexas de

gestão do trânsito, o que reforça a necessidade de alternativas eficazes e de baixo custo (Sposito, 2013).

Juazeiro do Norte, localizado na Região Metropolitana do Cariri, no estado do Ceará, insere-se nesse contexto de cidade média em acelerado processo de urbanização. O município tem registrado crescimento populacional, expansão da malha urbana e intensificação da circulação veicular, fatores que ampliam os desafios relacionados à mobilidade e à segurança viária.

Apesar da crescente adoção de rotatórias em municípios brasileiros, ainda são limitados os estudos empíricos que analisam seus efeitos em cidades médias, especialmente no semiárido nordestino. Grande parte da literatura concentra-se em grandes centros urbanos ou em estudos de engenharia de tráfego baseados em simulações e indicadores operacionais, havendo menor número de pesquisas que discutam essas intervenções sob a perspectiva do planejamento urbano e da mobilidade sustentável. Essa lacuna evidencia a necessidade de estudos que documentem experiências municipais e analisem seus resultados à luz das políticas públicas de mobilidade.

A partir de 2022, a gestão municipal passou a adotar a implantação de rotatórias urbanas como estratégia para enfrentar pontos críticos do sistema viário, especialmente em corredores estruturantes e cruzamentos com histórico de acidentes recorrentes. Essa mudança representa uma inflexão relevante na política local de gestão do trânsito.

Os dados divulgados pelo Departamento Municipal de Trânsito indicam redução expressiva de acidentes em interseções convertidas em rotatórias, além de baixa participação dessas estruturas no total de ocorrências registradas no município. Tais evidências reforçam a pertinência da análise dessas intervenções sob a ótica do planejamento urbano e da mobilidade sustentável.

Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender de que forma a implantação de rotatórias contribui para a melhoria da segurança viária e para a reorganização da mobilidade urbana em cidades médias. A análise desse tipo de intervenção permite avaliar não apenas seus impactos técnicos, mas também suas implicações sociais e urbanísticas.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a implantação de rotatórias urbanas em Juazeiro do Norte (CE), discutindo suas contribuições para a segurança viária e para a organização da circulação urbana, com base em dados secundários oficiais e na literatura especializada sobre mobilidade urbana sustentável. Ao examinar essa experiência municipal, o estudo busca contribuir para o debate acerca da adoção de soluções de engenharia de tráfego em cidades

médias brasileiras, reconhecendo as potencialidades e as limitações inerentes aos dados analisados.

Metodologia

Abordagem e delineamento da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, com delineamento do tipo estudo de caso, tendo como objeto o município de Juazeiro do Norte, localizado no sul do estado do Ceará. A opção pelo estudo de caso justifica-se pela possibilidade de análise aprofundada de fenômenos urbanos contextualizados, permitindo compreender as especificidades locais associadas à implantação de rotatórias urbanas e seus impactos na mobilidade e na segurança viária (Yin, 2015).

A abordagem qualitativa foi empregada para interpretar as políticas públicas de mobilidade urbana, os critérios técnicos associados ao desenho viário e as diretrizes institucionais que orientaram a implantação das rotatórias. Já a abordagem quantitativa concentrou-se na análise dos dados de acidentes de trânsito e na sistematização das informações espaciais relativas à localização e ao período de implantação das interseções analisadas, conforme recomendado por Creswell (2014) e Flick (2018).

A análise das rotatórias foi conduzida com base em quatro critérios: (i) localização em vias estruturantes do sistema viário urbano; (ii) período de implantação; (iii) características físicas e funcionais observadas por meio de imagens de satélite e documentos técnicos; e (iv) informações sobre acidentes de trânsito disponibilizadas pelo DEMUTRAN. Esses critérios permitiram avaliar a implantação das rotatórias sob a perspectiva do planejamento urbano e da segurança viária, considerando as limitações inerentes ao conjunto de dados disponíveis.

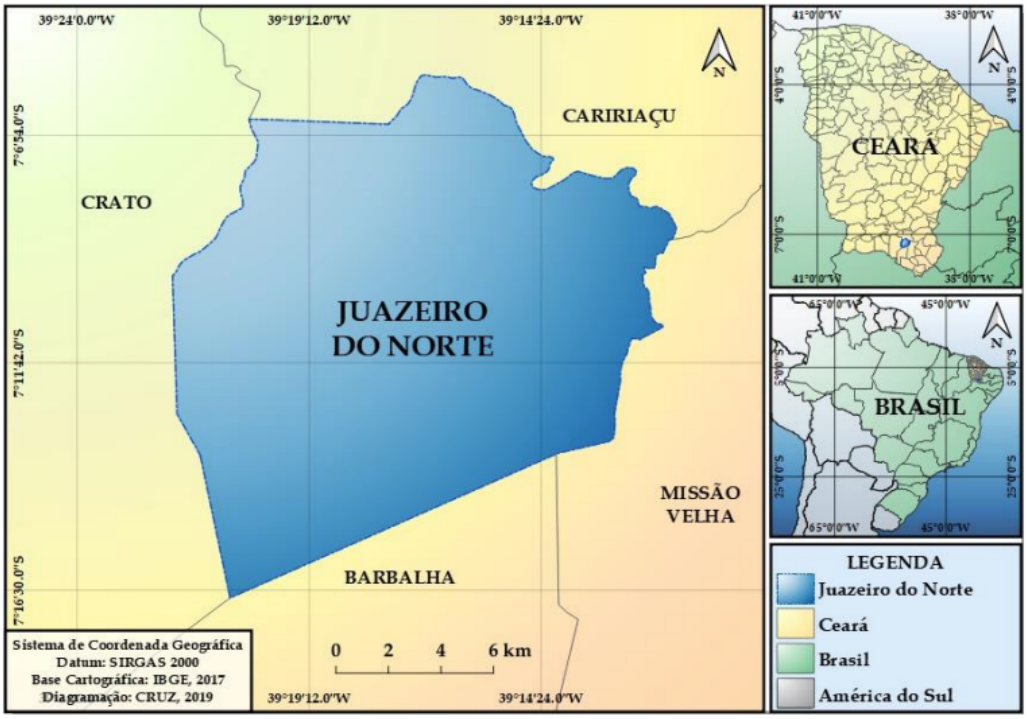
Área de estudo

O município de Juazeiro do Norte integra a Região Metropolitana do Cariri e exerce papel central na rede urbana regional, apresentando forte dinamismo econômico, comercial e de serviços, o que resulta em elevados fluxos diários de veículos e pessoas. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui população superior a 270 mil habitantes, configurando-se como cidade média com elevada taxa de motorização.

O crescimento urbano acelerado, associado à expansão periférica e à concentração de atividades no núcleo central, tem intensificado os conflitos no sistema viário, sobretudo em eixos estruturantes e interseções de grande demanda. Estudos anteriores destacam que a configuração urbana de Juazeiro do Norte apresenta forte dependência do transporte individual motorizado, em detrimento dos modos ativos e do transporte coletivo (Barros, 2020; Vasconcellos, 2014).

A Figura 1 apresenta a localização do município de Juazeiro do Norte no contexto regional, evidenciando sua inserção territorial e a área urbana analisada.

Figura 1. Localização do município de Juazeiro do Norte (CE)



Fonte: Barros *et al.* (2020).

A escolha do município como área de estudo fundamenta-se, ainda, no fato de Juazeiro do Norte ter adotado, a partir de 2022, uma política sistemática de implantação de rotatórias urbanas como alternativa aos cruzamentos semaforizados, configurando um laboratório empírico relevante para análise dos efeitos dessa estratégia sobre a segurança viária e a mobilidade urbana sustentável (Brasil, 2022; ANTP, 2017).

Procedimentos de coleta de dados

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos a partir de fontes secundárias oficiais, incluindo relatórios técnicos, bases estatísticas e documentos institucionais disponibilizados pelo Departamento Municipal de Trânsito (DEMUTRAN) de Juazeiro do Norte. Complementarmente, foram consultados documentos públicos da Prefeitura Municipal, bem como informações acessadas por meio da Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011).

Foram coletados dados referentes: à localização das rotatórias implantadas no município; ao ano de implantação de cada interseção; aos registros de acidentes de trânsito associados aos trechos analisados; ao total de ocorrências registradas no sistema viário urbano no período estudado.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e posteriormente sistematizados para identificar padrões relacionados à distribuição espacial das rotatórias, ao período de implantação e às informações sobre acidentes de trânsito. A utilização de dados secundários justifica-se pela confiabilidade das bases oficiais empregadas e pela possibilidade de análise de intervenções já consolidadas no sistema viário municipal.

O recorte temporal da pesquisa compreende os anos de 2022 a 2025, período correspondente à implantação e consolidação das rotatórias urbanas no município, permitindo a análise comparativa entre diferentes fases do processo de intervenção viária.

Tratamento e análise dos dados

Os dados quantitativos foram organizados em tabelas e gráficos, permitindo identificar padrões, tendências e a participação relativa das rotatórias no conjunto de acidentes registrados no município. A análise estatística adotou procedimentos descritivos, conforme orientações de Triola (2017) e Bussab e Morettin (2017), adequados à natureza exploratória do estudo.

A interpretação dos resultados não teve como objetivo estabelecer relações de causalidade entre a implantação das rotatórias e a redução dos acidentes, uma vez que não estavam disponíveis informações sobre volume de tráfego, nível de serviço, velocidade operacional ou exposição ao risco em cada interseção. Dessa forma, os resultados foram analisados de maneira descritiva e interpretativa, buscando identificar tendências observadas e confrontá-las com evidências apresentadas na literatura especializada.

As informações relativas à localização das rotatórias foram organizadas com base em imagens de satélite e documentos institucionais, permitindo analisar sua inserção no sistema viário urbano e sua relação com os principais eixos de circulação da cidade.

A natureza dos dados utilizados não permitiu estabelecer relações de causalidade entre a implantação das rotatórias e a ocorrência de acidentes de trânsito, uma vez que não estavam disponíveis informações sobre volume de tráfego, velocidade operacional, nível de serviço ou exposição ao risco em cada interseção. Assim, os resultados foram interpretados de forma descritiva e comparados com evidências reportadas na literatura especializada, buscando identificar convergências e particularidades do caso estudado.

A interpretação dos resultados foi realizada à luz do referencial teórico sobre mobilidade urbana sustentável, segurança viária e desenho de interseções, considerando diretrizes nacionais e internacionais, como as propostas pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2018) e pelo Conselho Nacional de Trânsito (Brasil, 2022).

Limitações do estudo

Ressalta-se que a pesquisa se baseia em dados secundários, estando, portanto, condicionada à qualidade e à disponibilidade das informações fornecidas pelos órgãos oficiais. Além disso, não foram realizadas pesquisas de campo ou entrevistas com usuários, concentrando-se a análise nos registros institucionais e na literatura especializada, o que está em consonância com o escopo metodológico proposto e com estudos similares na área (Maricato, 2011; Vasconcellos, 2014).

Resultados e Discussão

Implantação das rotatórias em Juazeiro do Norte

Entre 2022 e 2025, o município de Juazeiro do Norte implantou 12 rotatórias urbanas, concentradas principalmente em corredores viários estruturantes, como as avenidas Rui Barbosa, Castelo Branco, Ailton Gomes e Humberto Bezerra. O primeiro ciclo de implantação ocorreu em 2022, com cinco rotatórias, seguido por uma segunda etapa em 2024, quando seis novas estruturas foram implementadas, e uma ampliação

A partir dessa experiência, novas rotatórias foram implantadas em pontos estratégicos da malha urbana, como as avenidas Humberto Bezerra, Castelo Branco e Virgílio Távora. Em trechos como o bairro Pirajá, a implantação ocorreu

inicialmente em fase experimental, permitindo ajustes técnicos antes da efetivação definitiva, evidenciando a importância de estudos prévios em campo.

Até 2025, o município passou a contar com 12 rotatórias implantadas em vias estratégicas, distribuídas principalmente ao longo dos eixos da Avenida Rui Barbosa, Avenida Castelo Branco e Avenida Ailton Gomes, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Rotatórias implantadas em Juazeiro do Norte (CE) entre 2022 e 2025

Nº	Localização	Ano de implantação
1	Rua São Pedro × Av. Rui Barbosa	2022
2	Rua José Marrocos × Av. Rui Barbosa	2022
3	Rua das Flores × Av. Rui Barbosa	2022
4	Av. Humberto Bezerra × Av. Castelo Branco	2022
5	Av. Ailton Gomes × Av. Maria Ednir	2022
6	Av. Castelo Branco × Rua das Flores	2024
7	Av. Castelo Branco × Rua José Marrocos	2024
8	Av. Castelo Branco × Av. Antônio Pereira da Silva	2024
9	Av. Manoel Coelho de Alencar × Gov. Virgílio Távora	2024
10	Av. Coronel Humberto Bezerra × Gov. Virgílio Távora	2024
11	Av. Castelo Branco × Av Maria Ednir e Rua Maria Vilac	2024
12	Av. Ailton Gomes × Av. Plácido Aderaldo Castelo	2025

Fonte: DEMUTRAN e informações institucionais da Prefeitura de Juazeiro do Norte (2022–2025). Elaborado pelos autores, 2025.

Observa-se que a implantação das rotatórias ocorreu de forma gradual, concentrando-se em corredores viários de elevada importância para a circulação urbana. Essa distribuição evidencia uma estratégia de priorização de interseções consideradas críticas pelo órgão gestor, indicando que as intervenções não ocorreram de forma aleatória, mas como parte de uma política de reorganização da mobilidade urbana municipal.

Análise das rotatórias urbanas em Juazeiro do Norte

A rotatória implantada no cruzamento da Rua São Pedro com a Avenida Rui Barbosa, em 2022, representa um marco inicial na reorientação da política de gestão do trânsito urbano de Juazeiro do Norte. Antes da intervenção, o local era caracterizado por elevado volume de tráfego e recorrência de acidentes, associados à presença de cruzamentos diretos e à elevada velocidade operacional dos veículos. A análise da vista aérea (Figura 2) evidencia a substituição do modelo

tradicional de interseção por um dispositivo que reorganiza os fluxos e elimina pontos críticos de conflito.

Figura 2. Vista aérea da rotatória da Rua São Pedro × Avenida Rui Barbosa (Juazeiro do Norte – CE)



Fonte: Google Earth (2024). Elaborado pelos autores, 2025.

Observa-se que o desenho geométrico da rotatória induz à redução das velocidades de aproximação, conforme apontado pela literatura como fator determinante na mitigação da gravidade dos acidentes urbanos (WHO, 2018; ANTP, 2017). A centralização dos movimentos circulares e a obrigatoriedade de cessão de passagem contribuem para maior previsibilidade das manobras, reduzindo situações de colisão lateral, comuns em cruzamentos convencionais.

Além do impacto direto na segurança viária, a implantação dessa rotatória possui relevância simbólica e institucional, ao inaugurar uma estratégia de intervenção baseada em soluções de engenharia de tráfego de menor custo operacional e maior eficiência energética, em substituição à dependência de sistemas semafóricos. A experiência positiva associada a essa primeira intervenção contribuiu para a ampliação do uso de rotatórias em outros pontos da cidade, consolidando um novo padrão de tratamento das interseções urbanas.

A rotatória implantada no cruzamento da Avenida Castelo Branco com a Rua José Marrocos destaca-se, entre as intervenções analisadas, como a mais bem

planejada do ponto de vista geométrico e funcional. A análise da imagem aérea (Figura 3) evidencia um dispositivo de grande porte, com diâmetro ampliado, capaz de acomodar volumes significativos de tráfego sem comprometer a fluidez da circulação.

Figura 3. Vista aérea da rotatória da Avenida Castelo Branco × Rua José Marrocos (Juazeiro do Norte – CE)



Fonte: Google Earth (2024). Elaborado pelos autores, 2025.

Diferentemente de outras rotatórias implantadas no município, essa intervenção incorpora faixas de pedestres devidamente posicionadas nas aproximações, o que demonstra a preocupação com a segurança dos usuários não motorizados e a integração entre mobilidade veicular e circulação a pé. A presença dessas travessias contribui para a redução das velocidades de aproximação e reforça o caráter urbano da via, mitigando a lógica exclusivamente voltada ao automóvel.

O porte da rotatória permite maior segregação dos fluxos e melhor distribuição dos movimentos de conversão, reduzindo conflitos diretos entre veículos. Observa-se que o desenho geométrico favorece trajetórias mais suaves e previsíveis, aspecto fundamental para a segurança viária, especialmente em corredores com elevado volume de tráfego, como é o caso da Avenida Castelo Branco.

Além disso, a implantação dessa rotatória em um eixo estrutural da cidade indica a maturação da estratégia adotada pelo poder público municipal, incor-

porando aprendizados oriundos de intervenções anteriores. A combinação entre dimensões adequadas, organização dos fluxos e inclusão de dispositivos de segurança para pedestres confere a essa rotatória um caráter exemplar, podendo ser tomada como referência para futuras intervenções no sistema viário de Juazeiro do Norte.

Localizada em um dos principais eixos estruturantes da malha viária de Juazeiro do Norte, a rotatória da Avenida Castelo Branco com a Rua das Flores apresenta importância estratégica devido ao elevado volume de tráfego e à função de conexão entre áreas residenciais, comerciais e corredores de circulação regional. A observação da Figura 4 revela que a implantação da rotatória ocorreu em um contexto de intensa pressão sobre a infraestrutura viária, marcada por fluxos contínuos e elevada complexidade de manobras.

Figura 4. Vista aérea da rotatória da Avenida Castelo Branco × Rua das Flores (Juazeiro do Norte – CE)



Fonte: Google Earth (2024). Elaborado pelos autores, 2025.

A reorganização dos fluxos promovida pela rotatória permite a diluição dos conflitos veiculares ao longo do anel circulatório, reduzindo a concentração de movimentos simultâneos em um único ponto. Esse aspecto é particularmente relevante em vias arteriais, onde a combinação de altos volumes e velocidades

tende a elevar o risco de acidentes, conforme discutido por Vasconcellos (2014) e corroborado por diretrizes técnicas nacionais (Brasil, 2022).

Do ponto de vista urbanístico, a intervenção contribui para a qualificação do espaço viário ao estabelecer um elemento ordenador do tráfego, capaz de melhorar a fluidez sem comprometer a segurança. A escolha desse ponto para implantação da rotatória evidencia a utilização de critérios técnicos associados à hierarquia viária e à funcionalidade urbana, reforçando o papel do planejamento como instrumento de racionalização das intervenções no sistema de circulação.

Rotatória da Avenida Ailton Gomes × Avenida Plácido Aderaldo Castelo (2025)

A rotatória implantada no cruzamento da Avenida Ailton Gomes com a Avenida Plácido Aderaldo Castelo, em 2025, representa a fase mais recente do processo de expansão dessa tipologia de interseção no município. A análise da Figura 5 permite observar a consolidação de um padrão de intervenção que privilegia a simplicidade geométrica e a adaptação ao contexto urbano existente, sem demandar grandes obras de reconfiguração viária.

Figura 5. Vista aérea da rotatória da Avenida Ailton Gomes × Avenida Plácido Aderaldo Castelo (Juazeiro do Norte – CE)



Fonte: Google Earth (2025). Elaborado pelos autores, 2025.

Por tratar-se de uma implantação recente, essa rotatória assume caráter estratégico tanto do ponto de vista operacional quanto como instrumento de avaliação contínua da política pública adotada. A escolha de um cruzamento relevante para a circulação urbana indica a continuidade da estratégia de priorização de pontos críticos, alinhada às recomendações da literatura especializada sobre intervenções graduais e monitoradas no sistema viário urbano (ANTP, 2017; WHO, 2018).

Além disso, a análise das intervenções evidencia o potencial dessas estruturas para promover maior segurança e fluidez em áreas de crescimento urbano recente, onde a intensificação dos deslocamentos tende a preceder a consolidação da infraestrutura. Nesse sentido, a rotatória da Avenida Ailton Gomes com a Avenida Plácido Aderaldo Castelo reforça a compreensão das rotatórias como soluções escaláveis e adaptáveis, especialmente adequadas às cidades médias brasileiras que enfrentam desafios associados à urbanização acelerada e à limitação de recursos públicos.

A área localizada no cruzamento da Avenida Castelo Branco com a Avenida Ailton Gomes encontra-se atualmente em fase de estudos técnicos para possível implantação de uma nova rotatória urbana, conforme indicado por registros institucionais e observação da área (Figura 6). Trata-se de um ponto estratégico da malha viária de Juazeiro do Norte, caracterizado por elevado volume de tráfego e pela convergência de fluxos provenientes de importantes eixos de circulação urbana.

Figura 6. Área em estudo para implantação de rotatória no cruzamento da Avenida Castelo Branco × Avenida Ailton Gomes (Juazeiro do Norte – CE)



Fonte: Google Earth (2025). Elaborado pelos autores, 2025.

A análise da imagem evidencia a complexidade do cruzamento, marcada pela presença de múltiplas aproximações, movimentos de conversão frequentes e elevada interação entre veículos de diferentes portes. Esse conjunto de fatores configura um ambiente propício à ocorrência de conflitos viários, aspecto amplamente discutido na literatura sobre segurança viária e desenho de interseções urbanas (WHO, 2018; ANTP, 2017).

A realização de estudos prévios para definição da tipologia de intervenção reforça a adoção de uma abordagem técnica e gradual por parte do poder público municipal, alinhada às diretrizes nacionais de planejamento da mobilidade urbana (Brasil, 2022). Nesse sentido, a avaliação da implantação de uma rotatória nesse cruzamento indica a continuidade da estratégia de priorização de soluções que induzem à redução de velocidades e à reorganização dos fluxos, em detrimento de intervenções baseadas exclusivamente na ampliação da capacidade viária ou na instalação de sistemas semafóricos.

Além disso, a consideração desse ponto para futura intervenção revela a consolidação das rotatórias como instrumentos permanentes da política de gestão do trânsito em Juazeiro do Norte, incorporadas de forma progressiva ao planejamento urbano. A análise do local em estudo contribui para compreender a lógica de expansão dessas estruturas e evidencia o potencial das rotatórias como soluções adaptáveis a diferentes contextos urbanos, especialmente em cidades médias submetidas a processos intensos de urbanização.

A análise conjunta das rotatórias implantadas evidencia um padrão de intervenção baseado na priorização de corredores estruturantes e cruzamentos com elevada demanda de circulação. Embora apresentem diferenças quanto às dimensões e à configuração geométrica, as intervenções compartilham características voltadas à reorganização dos fluxos veiculares e à redução dos conflitos nas interseções. Esses resultados são coerentes com a literatura especializada, que destaca o potencial das rotatórias para ordenar a circulação e reduzir pontos de conflito, desde que adequadamente dimensionadas e compatíveis com as características operacionais da via.

No entanto, em razão da ausência de indicadores operacionais, como volume de tráfego, tempos médios de espera e níveis de serviço, a presente pesquisa restringe-se à análise das características das intervenções e dos dados institucionais disponíveis, não sendo possível mensurar quantitativamente os efeitos dessas obras sobre o desempenho do sistema viário.

Impactos na segurança viária

Os dados divulgados pelo Departamento Municipal de Trânsito (DEMUTRAN) indicam que, entre janeiro e maio de 2023, apenas 4,7% dos acidentes de trânsito registrados em Juazeiro do Norte ocorreram em rotatórias, enquanto 95,3% aconteceram em outros tipos de interseções. A Figura 7 apresenta a distribuição percentual desses eventos, evidenciando a baixa participação das rotatórias no conjunto das ocorrências.

Esse resultado sugere que as rotatórias apresentaram baixa participação no conjunto dos acidentes registrados durante o período analisado. Entretanto, essa informação deve ser interpretada com cautela, uma vez que não foram disponibilizados dados referentes ao volume de tráfego, à quantidade de interseções por tipologia nem à exposição ao risco, impossibilitando comparações diretas entre diferentes tipos de cruzamentos.

Figura 7. Distribuição percentual dos acidentes de trânsito em Juazeiro do Norte (CE), com destaque para rotatórias



Fonte: DEMUTRAN (2023), Elaborado pelos autores, 2025.

Ressalta-se que os dados disponibilizados pelo órgão gestor são apresentados em formato percentual, não havendo divulgação pública dos valores absolutos por tipo de interseção, o que constitui uma limitação do estudo.

Observa-se que a reduzida incidência de acidentes em rotatórias reforça o potencial dessas estruturas como dispositivos eficazes de segurança viária. Estudos nacionais e internacionais apontam que a geometria das rotatórias contribui para a redução dos pontos de conflito e para a diminuição da gravidade dos sinistros, sobretudo em comparação com cruzamentos semaforizados ou não controlados (ANTP, 2017; WHO, 2018). No contexto de cidades médias, como Juazeiro do Norte, essa estratégia se mostra particularmente relevante por demandar menor custo de implantação e manutenção.

Fluidez do tráfego e sustentabilidade operacional

A literatura especializada aponta que rotatórias podem favorecer maior continuidade do fluxo veicular em determinadas condições operacionais, especialmente quando comparadas a interseções controladas por semáforos. No caso de Juazeiro do Norte, embora não tenham sido realizadas medições de tempo de espera, velocidade média ou nível de serviço, as intervenções analisadas indicam potencial para reorganizar os fluxos de circulação, aspecto observado durante a análise das interseções e discutido em estudos semelhantes.

A circulação contínua, ainda que em velocidades moderadas, contribui para a diminuição dos tempos de viagem e para a redução da formação de filas, sobretudo nos horários de pico. Esse aspecto é particularmente relevante em eixos estruturantes da malha urbana, nos quais a acumulação de veículos em interseções semaforizadas tende a gerar efeitos em cadeia, comprometendo a fluidez ao longo de extensos trechos da via. Nesse sentido, as rotatórias atuam como elementos reguladores do tráfego, distribuindo os fluxos de maneira mais equilibrada entre as aproximações.

Outro aspecto central refere-se à sustentabilidade operacional dessas intervenções. Diferentemente dos sistemas semafóricos, que demandam consumo contínuo de energia elétrica, manutenção especializada e reposição periódica de equipamentos, as rotatórias baseiam seu funcionamento predominantemente em soluções geométricas e na organização física do espaço viário. Essa característica reduz custos operacionais e amplia a resiliência do sistema de circulação urbana, especialmente em contextos de instabilidade no fornecimento de energia ou restrições orçamentárias.

No âmbito da gestão pública municipal, a menor dependência de infraestrutura tecnológica complexa confere maior previsibilidade aos custos de operação e manutenção do sistema viário. Tal condição é particularmente relevante para cidades médias, nas quais a expansão acelerada da malha urbana nem sempre é

acompanhada pelo aumento proporcional da capacidade administrativa e financeira do poder público. Assim, as rotatórias se apresentam como soluções alinhadas à racionalização do uso dos recursos públicos.

Sob a perspectiva ambiental, a melhoria da fluidez do tráfego pode contribuir indiretamente para a redução das emissões associadas ao transporte individual motorizado, ao minimizar situações de aceleração e desaceleração frequentes, típicas de interseções semaforizadas. Embora essa pesquisa não tenha quantificado tais efeitos, a reorganização dos fluxos e a diminuição dos tempos de espera indicam potencial contribuição para a mitigação de impactos ambientais no espaço urbano.

Do ponto de vista do planejamento urbano, as características observadas reforçam o papel das rotatórias como dispositivos integrados à promoção da mobilidade sustentável. Ao conciliar segurança, eficiência operacional e menor custo de manutenção, essas intervenções contribuem para uma abordagem mais sistêmica da gestão do trânsito, articulando desempenho técnico e viabilidade institucional.

Considerações finais

A análise da implantação de rotatórias urbanas no município de Juazeiro do Norte (CE) evidencia que intervenções baseadas no redesenho geométrico das interseções apresentam potencial para contribuir com a organização da circulação urbana e com a segurança viária. Os resultados obtidos indicam que as rotatórias apresentaram baixa participação no conjunto dos acidentes registrados no período analisado e evidenciam seu potencial como estratégia de reorganização da circulação urbana. Esses achados são coerentes com estudos que apontam benefícios desse tipo de interseção para a segurança viária, embora a presente pesquisa não permita estabelecer relações causais entre a implantação das rotatórias e a redução dos acidentes, em razão das limitações dos dados disponíveis.

A experiência analisada demonstra que as rotatórias, quando implantadas de forma planejada e fundamentadas em dados técnicos, extrapolam a condição de soluções pontuais de engenharia de tráfego, configurando-se como instrumentos de política pública alinhados aos princípios da mobilidade urbana sustentável. Ao induzir velocidades mais baixas, reduzir conflitos diretos entre fluxos e minimizar a dependência de sistemas semafóricos, essas estruturas contribuem não apenas para a segurança viária, mas também para a eficiência operacional do sistema de circulação urbana.

No contexto das cidades médias brasileiras, especialmente aquelas situadas em regiões de crescimento urbano acelerado e restrições orçamentárias, como é o

caso do semiárido nordestino, a adoção de rotatórias apresenta-se como alternativa tecnicamente viável e economicamente racional. A redução dos custos associados à manutenção de equipamentos semafóricos, aliada à maior durabilidade das intervenções físicas, reforça o potencial dessas soluções no âmbito da gestão pública municipal.

Adicionalmente, a análise da localização das rotatórias implantadas em Juazeiro do Norte evidencia sua concentração em eixos estruturantes e áreas de elevado fluxo veicular, indicando uma estratégia de intervenção direcionada aos pontos mais críticos da malha urbana.

Cabe destacar, entretanto, que os resultados positivos observados não devem ser interpretados de forma isolada. A eficácia das rotatórias está condicionada à integração com outras políticas urbanas, como o controle do uso e ocupação do solo, a qualificação do transporte coletivo e a promoção dos modos ativos de deslocamento. Sem essa articulação, intervenções viárias correm o risco de reproduzir soluções fragmentadas, com efeitos limitados no médio e longo prazo.

Do ponto de vista metodológico, o estudo apresenta limitações relacionadas à dependência de dados secundários e à ausência de análises comportamentais dos usuários do sistema viário. Pesquisas futuras podem avançar na incorporação de levantamentos de campo, simulações de tráfego e análises comparativas com interseções semaforizadas, ampliando a compreensão dos impactos das rotatórias sob diferentes perspectivas.

Nesse sentido, estudos futuros poderão incorporar levantamentos de campo, medições de tempo de viagem, volumes de tráfego, níveis de serviço e análises antes e depois da implantação das rotatórias, permitindo avaliações mais robustas sobre os efeitos dessas intervenções.

Por fim, o estudo contribui para o debate sobre mobilidade urbana e segurança viária ao oferecer evidências empíricas oriundas de uma cidade média brasileira, ainda pouco representada na literatura especializada. Embora os resultados devam ser interpretados à luz das limitações metodológicas apresentadas, o estudo amplia o conhecimento sobre a implantação de rotatórias em cidades médias brasileiras e oferece subsídios técnicos para gestores públicos, planejadores urbanos e pesquisadores interessados na adoção de soluções voltadas à segurança viária e à mobilidade urbana sustentável.

Referências

AASHTO. **Highway safety manual**. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Mobilidade urbana** no Brasil: desafios e perspectivas. São Paulo: ANTP, 2017.

ANTP. **Mobilidade humana para um Brasil urbano.** São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos, 2017.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. Transport Policy, v. 15, n. 2, p. 73–80, 2008.

BARROS, A. S.; FARIAS, L. M.; ALVES, M. J. L. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na caracterização da cobertura vegetativa de Juazeiro do Norte – CE. Revista Brasileira de Geografia Física, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 2885–2895, 2020. DOI: 10.26848/rbgf.v13.6.p2885-2895.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Manual de sinalização e dispositivos de segurança viária**. Brasília: DENATRAN, 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 jan. 2012.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN). **Manual de segurança viária urbana.** Brasília, 2022.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

CERVERO, R. Transport infrastructure and the environment. **Journal of Transport Geography**, 2013.

CRESWELL, J. W. **Research design:** qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

ELVIK, R. **The handbook of road safety measures**. Bingley: Emerald, 2012.

FHWA. **Roundabouts:** an informational guide. Washington, DC: Federal Highway Administration, 2010.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Penso, 2018.

GOMIDE, A.; GALINDO, E. **Mobilidade urbana e política pública**. Brasília: IPEA, 2013.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. *Versão* 7.3.6. Mountain View: Google LLC, 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades.** São Paulo: Martins Fontes, 2011.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade.** São Paulo: Centauro, 2001.

LITMAN, T. Evaluating transportation equity. **World Transport Policy & Practice**, v. 8, n. 2, p. 50-65, 2017.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

OECD. **Road safety annual report.** Paris: OECD, 2016.

RODEGERDTS, L. et al. **Roundabouts in the United States**. Washington, DC: Transportation Research Board, 2010.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B**. The geography of transport systems**. 5. ed. New York: Routledge, 2020.

SPOSITO, M. E. B. **Cidades médias:** espaços em transição. São Paulo: Expressão Popular, 2013.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VASCONCELLOS, E. A. **Mobilidade urbana e cidadania**. São Paulo: Senac, 2014.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on road safety** 2018. Geneva: WHO, 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.