



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL FONTES DOS SANTOS

**PROPOSTA DE VIABILIDADE PARA CONSTRUÇÃO DE UM ANEL RODOVIÁRIO
EM PAU DOS FERROS**

PAU DOS FERROS/RN

2025

GABRIEL FONTES DOS SANTOS

**PROPOSTA DE VIABILIDADE PARA CONSTRUÇÃO DE UM ANEL RODOVIÁRIO EM PAU
DOS FERROS**

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

Orientador:. Alex Pinheiro Feitosa Prof. Dr

PAU DOS FERROS/RN

2025

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

S133p Santos, Gabriel Fontes .
Proposta de viabilidade para construção de um
anel rodoviário em Pau dos Ferros-RN / Gabriel
Fontes Santos. - 2025.
36 f. : il.

Orientador: Alex Pinhero Feitosa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

1. Mobilidade urbana. 2. Anel rodoviário. 3.
Infraestrutura viária. 4. Desenvolvimento
regional. 5. . Planejamento urbano. I. Feitosa,
Alex Pinhero , orient. II. Título.

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

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

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

GABRIEL FONTES DOS SANTOS

**PROPOSTA DE VIABILIDADE DE PARA CONSTRUÇÃO DE UM ANEL RODOVIÁRIO
EM PAU DOS FERROS**

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

Orientador: Alex Pinheiro Feitosa Prof. Dr

Defendida em: 22/ 12 /2025.

BANCA EXAMINADORA

Alex Pinheiro Feitosa Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Jose Daniel Jales da Silva Prof. Dr (UFERSA)
Membro Examinador

Lourena Barbosa Cavalcante Paiva Profª. Mestra (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Foi uma longa jornada até aqui, foram muitas noites de sono, muitas decepções, tristezas e um profundo sentimento que nada ia dar certo. A incerteza foi a única certeza que tivemos nesses anos todos. Mas, apesar de tudo, vencemos todos os percalços até aqui. Com isso aprendi lições valiosas para o resto da minha vida. Agradeço primeiramente ao meu senhor e salvador Jesus Cristo por me dar força, saúde e paciência para vencer os desafios dessa longa jornada.

Agradeço a minha família por me dar o alicerce para construir minha jornada, se não tivesse tido a dura educação que me foi dada, com certeza eu teria desistido no meio do caminho.

À minha patroa Amélia que dia após dia me corrigiu a fim de me tornar um profissional e uma pessoa melhor.

Os caba, o melhor grupo de amigos que uma pessoa poderia ter, dividimos muitas frustrações e alegrias nestes anos de faculdade, obrigado vocês fizeram esses 7 anos passarem mais rápido.

Agradeço de forma especial ao meu orientador, Alex Pinheiro Feitosa, pela dedicação, paciência e compromisso ao longo de todo o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso. Sou verdadeiramente grato por todo o conhecimento compartilhado e pela confiança depositada em mim.

RESUMO

O crescimento urbano e o aumento do fluxo de veículos em Pau dos Ferros têm intensificado problemas de mobilidade, como congestionamentos, desgaste da infraestrutura viária e elevação dos índices de acidentes, especialmente na área central. Diante desse cenário, este trabalho analisa a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da implantação de um anel rodoviário no município, com o objetivo de redistribuir o tráfego, principalmente o de veículos pesados, para áreas periféricas. A pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica, análise documental e levantamento de dados secundários em órgãos como IBGE e DNIT. Com base no diagnóstico urbano e de tráfego, são avaliadas alternativas de traçado e discutidos os potenciais benefícios da obra, incluindo melhoria da mobilidade, redução de impactos ambientais, aumento da segurança viária e estímulo ao desenvolvimento regional. Os resultados oferecem subsídios para o planejamento urbano e para a tomada de decisão por parte dos gestores públicos.

Palavras-chave: mobilidade urbana; anel rodoviário; infraestrutura viária; desenvolvimento regional; planejamento urbano.

ABSTRACT

Urban growth and the increasing vehicle flow in Pau dos Ferros have intensified mobility issues such as congestion, deterioration of road infrastructure, and rising accident rates, especially in the city center. In this context, this study analyzes the technical, economic, social, and environmental feasibility of implementing a ring road around the municipality, aiming to redirect traffic—particularly heavy vehicles—to peripheral areas. The research adopts an exploratory and descriptive approach, supported by a literature review, documentary analysis, and secondary data collection from institutions such as IBGE and DNIT. Based on the urban and traffic diagnosis, route alternatives are evaluated and the potential benefits of the project are discussed, including improved mobility, reduced environmental impacts, increased road safety, and strengthened regional development. The results provide relevant insights for urban planning and for decision-making by public authorities

Keywords: urban mobility; ring road; road infrastructure; regional development; urban planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Infraestrutura viária e anéis rodoviários	13
Figura 2 - Anel rodoviário de fortaleza	15
Figura 3 - Fluxograma das etapas de pesquisa deste trabalho.....	17
Figura 4 - Imagem de satélite de Pau dos Ferros	18
Figura 5 - Ponto de Adensamento 1 – Primeiro semáforo	20
Figura 6 - Ponto de Adensamento 2 – Segundo semáforo	21
Figura 7 - Ponto de Adensamento 3 – terceiro semáforo	22
Figura 8 - BR-405 em frente ao posto segundo melo.....	24
Figura 9 - BR-405 primeiro semáforo	25
Figura 10 - BR-405 segundo semáforo em frente ao banco do Brasil	25
Figura 11 - BR-405 sinal da rodoviária.....	26
Figura 12 - BR-405 sinal da rodoviária continuação	26
Figura 13 - Trajeto proposto.....	29
Figura 14 - Início do Anel – Setor Norte (Encontro da RN-177 com RN-226).....	30
Figura 15 - Conexão Sul – Encontro com a BR-405 (entrada sul da cidade)	31
Figura 16 - Perfil altimétrico do trecho proposto	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	PROBLEMATIZAÇÃO	9
3	OBJETIVOS	10
3.1	Objetivo Geral.....	10
3.2	Objetivos Específicos	10
4	JUSTIFICATIVA	11
5	REFERENCIAL TEÓRICO	12
5.1	Planejamento urbano	12
5.2	Mobilidade urbana	12
5.3	Infraestrutura viária e anéis rodoviários	13
5.4	Impactos econômicos e sociais da implantação de anéis viários	14
5.5	Viabilidade técnica e ambiental	15
6	METODOLOGIA	16
7	RESULTADO E DISCUSSÕES.....	18
7.1	Diagnóstico Espacial Preliminar a partir da Imagem de Satélite	18
7.2	Análise feita com imagem aérea	24
7.3	Trajeto proposto:	28
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano e o aumento do fluxo de veículos em cidades de médio porte no Brasil têm exigido soluções de mobilidade que conciliem eficiência no deslocamento e segurança viária. A cidade de Pau dos Ferros, localizada no Alto Oeste Potiguar, destaca-se como um importante polo regional de comércio, serviços, educação e saúde, atraindo diariamente um elevado volume de veículos provenientes de municípios vizinhos e de estados limítrofes. Essa condição reforça sua centralidade regional e intensifica a pressão sobre a infraestrutura viária urbana.

De acordo com dados do Departamento Estadual de Trânsito, o município de Pau dos Ferros possui uma frota de aproximadamente 29.910 veículos, o que corresponde a 1,75% da frota total do estado, percentual significativo quando comparado ao porte populacional da cidade. Observa-se o predomínio de automóveis (9.464 unidades) e motocicletas (11.281 unidades), evidenciando um padrão de mobilidade fortemente dependente do transporte individual motorizado. Além disso, a presença de caminhões, caminhonetes e veículos utilitários reforça o papel do município como centro logístico e comercial da região, contribuindo para o aumento do tráfego de veículos pesados em vias urbanas.

Nesse contexto, a implantação de um anel rodoviário surge como uma alternativa estratégica para reorganizar o fluxo de veículos, em especial o de carga e transporte interestadual, promovendo maior fluidez ao tráfego urbano e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população. Além dos benefícios ligados à mobilidade, a obra pode impulsionar o desenvolvimento econômico, facilitar a logística regional e reduzir os impactos ambientais gerados pelo excesso de veículos pesados circulando na área central (Rodrigues, 2013).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da implantação de um anel rodoviário em Pau dos Ferros, considerando aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. A proposta busca contribuir para a discussão sobre políticas públicas de mobilidade urbana e regional, além de oferecer subsídios práticos para a tomada de decisão por parte dos órgãos gestores de infraestrutura e planejamento urbano.

2 PROBLEMATIZAÇÃO

O crescimento urbano e o aumento contínuo do fluxo de veículos no município de Pau dos Ferros têm provocado sobrecarga na malha viária existente, especialmente nas vias centrais, que concentram tanto o tráfego local quanto o intermunicipal. Essa condição tem resultado em congestionamentos recorrentes, aumento dos índices de acidentes, desgaste prematuro do pavimento e impactos negativos na mobilidade urbana e na qualidade de vida da população.

Nesse contexto, considerando a função regional exercida pelo município e a ausência de vias alternativas para o tráfego de passagem, surge o seguinte problema de pesquisa: é técnica, econômica, social e ambientalmente viável a implantação de um anel rodoviário em Pau dos Ferros como solução para os problemas de mobilidade urbana e de logística regional?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal é analisar a viabilidade técnica da implementação de um Anel Rodoviário no município de Pau dos Ferros/RN, visando mitigar os problemas de mobilidade urbana, segurança viária e degradação da infraestrutura causados pelo tráfego de passagem e de veículos de carga na área central.

3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar a situação atual da malha viária urbana: Identificar os gargalos e pontos críticos de congestionamento causados pela sobreposição do tráfego local com o tráfego de longa distância.
2. Avaliar o impacto do tráfego pesado no centro: Analisar como a circulação de caminhões e carretas contribui para o desgaste acelerado do pavimento e para o aumento do risco de acidentes em vias não dimensionadas para tal carga.
3. Realizar o levantamento topográfico e altimétrico do trecho proposto: Verificar se o perfil de elevação do terreno periférico é favorável à construção de uma rodovia com curvas suaves e baixo volume de terraplenagem (corte e aterro).
4. Propor e validar um traçado para o Anel Rodoviário: Definir setores (Norte, Leste, Sul e Oeste) que conectem as principais rodovias (RN-177, RN-226 e BR-405) sem atravessar o núcleo densamente povoado.
5. Fundamentar a importância estratégica da obra: Demonstrar como o anel rodoviário servirá como eixo de desenvolvimento regional, separando o fluxo urbano do logístico.

4 JUSTIFICATIVA

A mobilidade urbana constitui um dos principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras de médio porte, especialmente aquelas que exercem função de centralidade regional. O crescimento urbano associado ao aumento da frota veicular, quando não acompanhado por um planejamento adequado da infraestrutura viária, tende a gerar congestionamentos, conflitos no tráfego, elevação dos índices de acidentes e degradação acelerada das vias urbanas (Vasconcellos, 2001; Maricato, 2011). Nesse contexto, Pau dos Ferros/RN apresenta características que reforçam a necessidade de intervenções estruturais no sistema viário.

O município destaca-se como polo regional no Alto Oeste Potiguar, concentrando serviços de saúde, educação, comércio e administração pública, o que atrai diariamente fluxos intensos de veículos provenientes de diversos municípios e de estados vizinhos. Conforme apontam Bertolini e Pellegrino (2019), cidades com esse perfil funcional tendem a sofrer forte pressão sobre sua malha viária central, sobretudo quando o tráfego de passagem e de veículos de carga é obrigado a compartilhar o mesmo espaço destinado à circulação urbana local.

Do ponto de vista do planejamento urbano, Villaça (1999) ressalta que a ausência de hierarquização viária compromete o funcionamento das cidades, uma vez que vias destinadas a deslocamentos locais passam a absorver fluxos regionais e intermunicipais. Esse fenômeno é claramente observado em Pau dos Ferros, onde rodovias estaduais e federais atravessam o núcleo urbano, intensificando o tráfego pesado em áreas densamente ocupadas. Tal situação resulta não apenas em prejuízos à mobilidade, mas também em impactos negativos à segurança viária, à qualidade ambiental e à qualidade de vida da população.

A literatura especializada aponta os anéis rodoviários como soluções eficazes para mitigar esses problemas, ao desviar o tráfego de longa distância e de carga pesada das áreas centrais das cidades (Silva; Nascimento, 2016). Segundo Vasconcellos (2001), a segregação funcional do tráfego é um princípio fundamental para a eficiência dos sistemas viários urbanos, permitindo que cada tipo de deslocamento ocorra em vias compatíveis com suas características operacionais. Dessa forma, a implantação de um anel rodoviário contribui para a redução de congestionamentos, a preservação da infraestrutura urbana e o aumento da segurança para pedestres, ciclistas e veículos leves.

Diante do exposto, este trabalho justifica-se por contribuir com o planejamento urbano e regional, oferecendo subsídios técnicos e teóricos para a tomada de decisão por parte dos gestores públicos. Ao analisar a viabilidade da implantação de um anel rodoviário, o estudo busca responder a uma demanda real do município, alinhando-se aos princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) e aos fundamentos do desenvolvimento urbano sustentável.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Planejamento urbano

O planejamento urbano é um processo que envolve a organização, regulação e direcionamento do crescimento das cidades, tendo como objetivo principal a promoção do desenvolvimento socioespacial equilibrado. Trata-se de uma prática interdisciplinar que articula dimensões sociais, econômicas, ambientais e políticas, visando atender às necessidades coletivas e reduzir desigualdades no espaço urbano (Villaça, 1999).

De acordo com Castells (1983), a cidade não deve ser compreendida apenas como um espaço físico, mas como uma expressão das relações sociais e econômicas que nela se desenvolvem. Dessa forma, o planejamento urbano deve buscar alternativas que contemplem a complexidade da realidade urbana, indo além de uma perspectiva tecnocrática ou meramente normativa.

Harvey (1980) acrescenta que o planejamento urbano possui um caráter político, uma vez que as decisões relacionadas ao uso do solo, infraestrutura e mobilidade estão vinculadas a interesses sociais distintos e, muitas vezes, conflitantes. Assim, pensar a cidade significa considerar o acesso equitativo a serviços, equipamentos urbanos e oportunidades, tendo a justiça social como horizonte.

5.2 Mobilidade urbana

Mobilidade urbana pode ser definida como o conjunto de condições, infraestruturas, serviços e meios que possibilitam o deslocamento de pessoas e cargas no espaço urbano, de forma eficiente, segura, acessível e sustentável. Ela envolve não apenas os sistemas de transporte (coletivo e individual, motorizado ou não), mas também o planejamento do uso e ocupação do solo, a integração entre diferentes modais, a priorização dos modos ativos (caminhada e bicicleta) e a garantia do direito de ir e vir para todos os cidadãos. (Bertolini, 2019).

Historicamente, a expansão das cidades brasileiras ocorreu de maneira acelerada e desordenada, marcada pelo crescimento periférico e pela dependência do transporte individual motorizado. Isso gerou uma série de problemas, como congestionamentos, poluição, aumento do tempo de deslocamento e desigualdade no acesso aos serviços urbanos (Maricato, 2011).

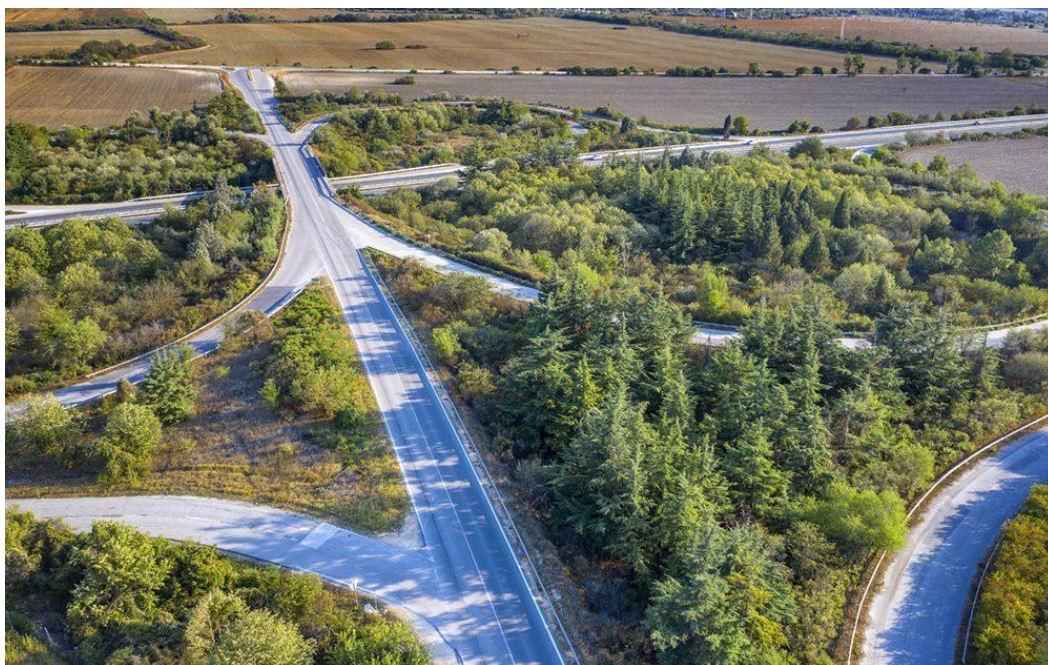
Segundo Gehl (2013), a mobilidade urbana deve ser pensada em função das pessoas, priorizando deslocamentos eficientes, sustentáveis e democráticos. Isso implica repensar a hierarquia viária e promover alternativas como o transporte coletivo de qualidade, o uso de bicicletas, a caminhada e a integração intermodal.

No contexto brasileiro, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012) estabelece princípios fundamentais, como a prioridade aos modos coletivos e não motorizados, a integração entre transporte e uso do solo, a acessibilidade universal e a sustentabilidade ambiental. Essa lei reforça que o planejamento urbano e de transportes deve ser orientado pelo interesse coletivo, visando reduzir desigualdades sociais e ampliar o acesso à cidade.

5.3 Infraestrutura viária e anéis rodoviários

A infraestrutura viária corresponde ao conjunto de elementos físicos e funcionais que possibilitam a circulação de veículos, pessoas e mercadorias, garantindo a conectividade entre diferentes áreas urbanas e regionais. Compreende ruas, avenidas, rodovias, pontes, túneis, calçadas, ciclovias e demais componentes indispensáveis à mobilidade urbana e interurbana (CNT, 2018).

Figura 1- Infraestrutura viária e anéis rodoviários



Fonte: Cgm Engenharia (2014)

Segundo Vasconcellos (2001), a qualidade da infraestrutura viária exerce influência direta sobre a eficiência do transporte, os custos logísticos e a segurança viária. Cidades que apresentam um sistema viário estruturado favorecem maior fluidez do tráfego, reduzem tempos de deslocamento e ampliam a integração econômica e social.

No contexto brasileiro, a infraestrutura viária tem historicamente priorizado o transporte rodoviário em detrimento de outros modais, o que resultou em um sistema fortemente dependente de rodovias e automóveis (Pereira; Schwanen, 2013). Esse modelo de desenvolvimento urbano e

logístico, apesar de ampliar a conectividade territorial, trouxe consequências como congestionamentos, acidentes de trânsito, degradação ambiental e custos elevados de manutenção.

Entre as soluções adotadas para mitigar esses problemas, destaca-se a implantação de anéis rodoviários. Esses dispositivos viários têm como função principal desviar o tráfego de passagem e de cargas pesadas das áreas centrais das cidades, melhorando a fluidez no perímetro urbano e contribuindo para a redução de acidentes e da poluição (Silva; Nascimento, 2016). Experiências em cidades como Belo Horizonte (MG) e Natal (RN) demonstram que tais obras podem promover ganhos significativos para a mobilidade urbana, ao mesmo tempo em que estimulam o desenvolvimento econômico regional.

A infraestrutura viária, portanto, deve ser analisada sob uma perspectiva multidimensional, que considere não apenas a sua capacidade de transporte, mas também seus impactos sociais, econômicos e ambientais. Nesse sentido, o planejamento de obras viárias, como os anéis rodoviários, deve estar alinhado a princípios de sustentabilidade e justiça social, evitando a reprodução de desigualdades urbanas e garantindo a acessibilidade para todos os grupos sociais.

5.4 Impactos econômicos e sociais da implantação de anéis viários

A implantação de anéis viários em cidades de porte médio e grande tem demonstrado efeitos significativos não apenas no campo da mobilidade urbana, mas também em aspectos econômicos e sociais. A retirada do tráfego de passagem e, principalmente, do transporte de carga pesada do centro urbano contribui para uma reorganização espacial das atividades, promovendo maior fluidez no tráfego interno e melhorando a qualidade de vida da população residente.

Segundo Gehl (2013), cidades que buscam reduzir a presença de veículos pesados e fluxos excessivos em áreas centrais criam condições mais favoráveis à convivência urbana, à valorização dos espaços públicos e à segurança de pedestres e ciclistas. Essa reorganização favorece o comércio local, que passa a ter um ambiente mais acessível e atrativo, além de reduzir o risco de acidentes e a poluição sonora e atmosférica.

Do ponto de vista econômico, Ortúzar e Willumsen (2011) destacam que melhorias na infraestrutura viária, como a implantação de anéis, geram ganhos logísticos, pois reduzem o tempo de viagem, os custos operacionais do transporte de cargas e aumentam a competitividade regional. Em cidades médias que desempenham papel de centralidade regional, como Pau dos Ferros, tais benefícios são ampliados pela condição estratégica de articulação entre municípios vizinhos e estados limítrofes.

Pereira (2018), em estudo sobre cidades médias brasileiras, identificou que a implantação de anéis viários promoveu impactos positivos no comércio e na indústria, ao facilitar o escoamento de mercadorias e reduzir o congestionamento em áreas centrais. Já Silva (2020), ao analisar casos

no Nordeste, observou que os efeitos sociais incluem maior segurança viária, menor tempo de deslocamento dos cidadãos e aumento da atratividade de áreas periféricas, que passam a ser valorizadas pela proximidade com o novo traçado viário.

Figura 2 - Anel rodoviário de fortaleza



Fonte: Prefeitura de Fortaleza (2010)

5.5 Viabilidade técnica e ambiental

A análise de viabilidade técnica e ambiental é etapa essencial em projetos de infraestrutura viária, pois garante que a implantação de obras como os anéis viários ocorra de forma eficiente, segura e sustentável. De acordo com o DNIT (2006), a avaliação técnica deve considerar aspectos como estudos de tráfego, topografia, geotecnia, drenagem e segurança viária, de modo a assegurar a funcionalidade da via e sua integração ao sistema urbano existente.

No caso específico de anéis viários, a definição do traçado é um dos elementos mais críticos. Um projeto adequado deve minimizar desapropriações, evitar áreas ambientalmente sensíveis e garantir conexões eficientes com as rodovias já existentes. Litman (2017) ressalta que a eficácia de novas infra estruturas depende da sua capacidade de reduzir custos operacionais de transporte, encurtar tempos de deslocamento e promover maior acessibilidade regional.

Do ponto de vista ambiental, obras viárias de grande porte demandam Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), conforme preconiza a legislação brasileira (Resolução CONAMA nº 001/1986). Esses estudos analisam efeitos como supressão da vegetação, alteração no uso do solo, impactos em recursos hídricos e aumento do ruído. Para Sánchez (2013), a avaliação ambiental não deve se limitar a identificar riscos, mas também propor medidas mitigadoras e compensatórias, de modo a reduzir os impactos negativos da obra e potencializar seus benefícios sociais.

6 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem aplicada, com caráter exploratório e descritivo, desenvolvida por meio de um estudo de caso no município de Pau dos Ferros, no estado do Rio Grande do Norte. A pesquisa tem como objetivo analisar a viabilidade da implantação de um anel rodoviário, considerando aspectos técnicos, urbanos e de mobilidade.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa exploratória é adequada quando se busca maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito, enquanto a pesquisa descritiva tem como finalidade descrever as características de determinada população, fenômeno ou área de estudo. Nesse sentido, o caráter exploratório permitiu compreender a dinâmica da mobilidade urbana local e os impactos do tráfego de passagem, enquanto o caráter descritivo possibilitou a análise das condições físicas, espaciais e funcionais da malha viária urbana.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica e documental, contemplando conceitos de planejamento urbano, mobilidade urbana, infraestrutura viária e anéis rodoviários, com base em autores consagrados e em documentos técnicos de órgãos oficiais, como o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), o IBGE e legislações pertinentes à mobilidade urbana.

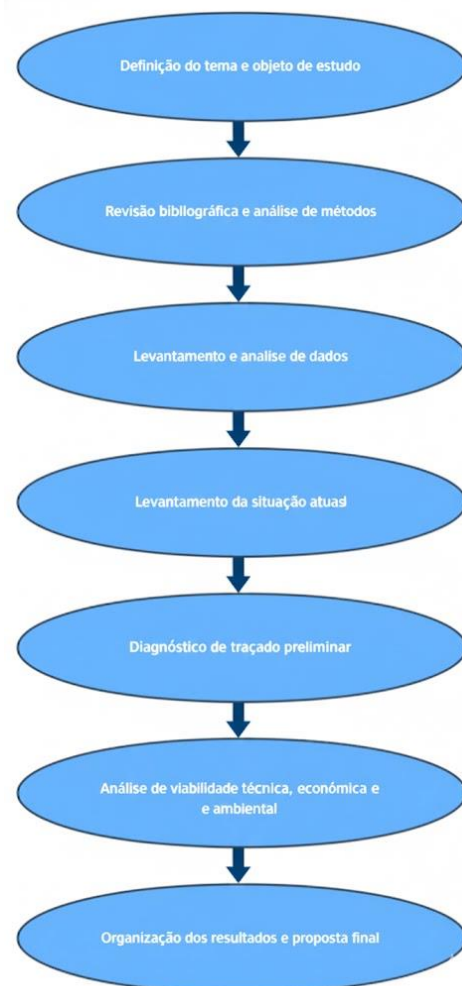
Em seguida, procedeu-se à análise espacial do município, por meio de imagens de satélite obtidas no Google Earth, utilizadas para identificar a configuração urbana, os principais eixos viários, áreas de adensamento e possíveis alternativas de traçado para o anel rodoviário. Complementarmente, foram realizadas visitas técnicas in loco, com registro fotográfico e levantamento visual das condições das vias.

As imagens aéreas apresentadas neste trabalho foram obtidas por meio de levantamento com aeronave remotamente pilotada (drone), permitindo uma visualização mais detalhada da geometria viária, da ocupação do solo e da interação entre tráfego veicular e o espaço urbano. O uso do drone possibilitou melhor compreensão dos conflitos viários, da presença de veículos pesados e das limitações físicas das vias analisadas.

Por fim, com base no diagnóstico urbano e viário, foi proposto um traçado preliminar para o anel rodoviário, considerando critérios técnicos, topográficos e de integração com a malha rodoviária regional. A análise do perfil altimétrico foi realizada com o auxílio do software Google Earth, permitindo avaliar a viabilidade técnica do traçado quanto às declividades e às condições do relevo.

As etapas que serão realizadas na pesquisa podem ser visualizadas na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma das etapas de pesquisa deste trabalho



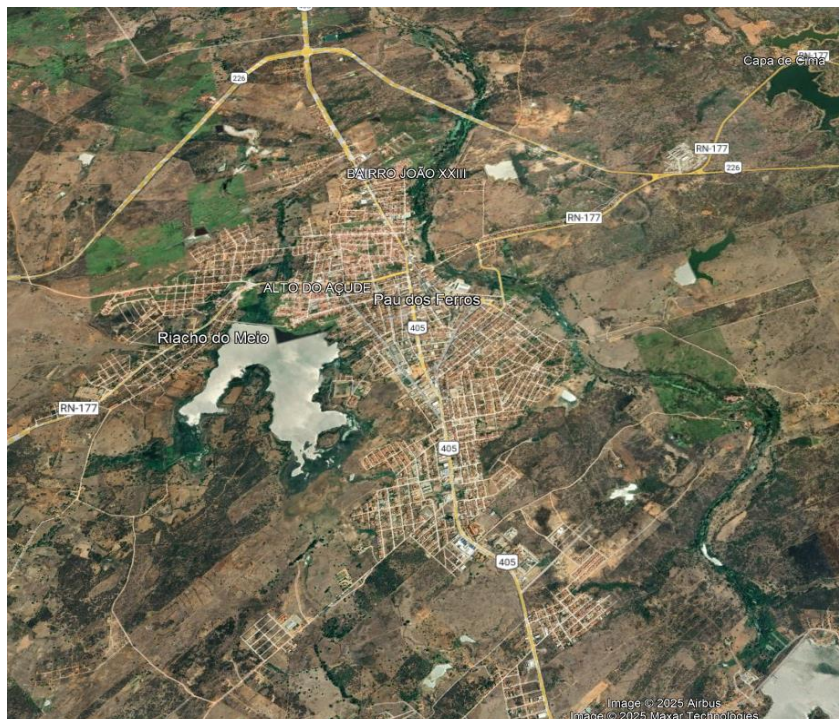
Fonte: Autoria própria, (2025)

7 RESULTADO E DISCUSSÕES

7.1 Diagnóstico Espacial Preliminar a partir da Imagem de Satélite

A análise inicial da imagem de satélite do município de Pau dos Ferros evidencia características importantes da configuração urbana e de seu entorno, que influenciam diretamente a necessidade e a viabilidade da implantação de um anel rodoviário. Observa-se que a cidade apresenta um crescimento linear ao longo do eixo central, concentrado principalmente no sentido norte-sul, acompanhando a principal via de acesso e a área mais consolidada de ocupação urbana. Essa conformação favorece a convergência do tráfego, local e intermunicipal, para a zona central, o que contribui para o aumento dos congestionamentos e sobrecarga da infraestrutura viária existente.

Figura 4 - Imagem de satélite de Pau dos Ferros



Fonte: Google Earth(2025)

A imagem de satélite evidencia que Pau dos Ferros possui uma malha urbana concentrada e um centro densamente ocupado, onde convergem tanto o tráfego local quanto o intermunicipal. As principais vias que atravessam a cidade, especialmente aquelas conectadas às rodovias RN-177, RN-117 e BR-405, direcionam fluxos intensos de veículos ao núcleo urbano, inclusive caminhões de carga que circulam diariamente em rota de passagem. Essa característica reforça a sobrecarga no centro e contribui para congestionamentos frequentes, desgaste do pavimento e aumento do risco de acidentes.

Diante desse cenário, a implantação de um anel rodoviário surge como solução estratégica capaz de redirecionar o tráfego de longa distância para áreas periféricas, promovendo significativa melhoria da mobilidade urbana. A partir da análise da configuração territorial apresentada na imagem, é possível identificar zonas com maior potencial para composição do traçado do anel.

Figura 5 - Ponto de Adensamento 1 – Primeiro semáforo



Fonte: Google Earth(2025)

Ponto de Adensamento 1 – Primeiro cruzamento da imagem

O primeiro ponto evidenciado na imagem corresponde a um cruzamento de grande relevância funcional para a circulação urbana. Trata-se de um entroncamento onde convergem vias estreitas, altamente ocupadas por edificações comerciais e atividades de serviços. Esse contexto urbano denso, somado ao fluxo intenso de veículos oriundos de zonas residenciais e do próprio centro expandido, gera um acúmulo expressivo de carros, motocicletas e, ocasionalmente, veículos de carga.

A geometria irregular das vias e a ausência de dispositivos adequados de canalização do tráfego, como ilhas direcionais, sinalização horizontal visível e semaforização eficiente, intensificam os conflitos viários. Esses fatores contribuem para:

- Perda de fluidez, com formação constante de filas nos horários de pico;
- Altos níveis de atrito lateral, devido à presença de estacionamentos, carga e descarga e circulação de pedestres;
- Aumento do risco de colisões, principalmente em movimentos de conversão;

- Maior pressão sobre o pavimento, acelerando seu desgaste.

Esse ponto configura-se, portanto, como uma das áreas onde há clara concentração de veículos, reforçando a necessidade de redistribuição do fluxo, especialmente o de passagem, para aliviar as sobrecargas no coração do tecido urbano.

Figura 6 - Ponto de Adensamento 2 – Segundo semáforo



Fonte: Google Earth (2025)

O segundo ponto apresentado também corresponde a um cruzamento crítico, caracterizado por convergência de três vias estruturais que canalizam parte significativa do tráfego proveniente das áreas comerciais mais consolidadas. Observa-se que esse trecho recebe intensamente veículos que circulam entre os setores norte e sul da cidade, funcionando como rota obrigatória para quem atravessa o centro.

A presença de edificações implantadas muito próximas à via, aliada à falta de recuos e à ocupação densa, reduz a capacidade operacional e limita alternativas de ampliação ou correção geométrica. Além disso, o entorno apresenta forte atividade comercial, o que naturalmente gera:

- Aumento de circulação de pedestres, que compete com o fluxo veicular;
- Estacionamento irregular, que reduz a largura útil das pistas;

- Movimentos de carga e descarga, que interrompem parcialmente a circulação;
- Elevação dos tempos de espera nos acessos laterais, formando gargalos recorrentes.

Assim como no ponto anterior, esse cruzamento funciona como um nó de estrangulamento, onde o adensamento veicular atinge níveis elevados e compromete a mobilidade. A saturação constante indica claramente a necessidade de intervenções estruturais.

Figura 7 - Ponto de Adensamento 3 – terceiro semáforo



Fonte: Google Earth(2025)

A imagem evidencia mais um ponto sensível ao adensamento veicular na malha urbana de Pau dos Ferros. Trata-se de um cruzamento que concentra fluxos provenientes de setores industriais, comerciais e residenciais, funcionando como um dos principais eixos de acesso à área central da cidade. A ausência de hierarquização viária clara e de dispositivos adequados

de controle de tráfego contribui para a formação de um gargalo, onde se verificam redução de fluidez, lentidão e aumento dos conflitos entre veículos.

Observa-se que a geometria irregular das vias que convergem nesse ponto, com alinhamentos distintos e encontro assimétrico entre as pistas, intensifica o acúmulo de veículos, especialmente nos horários de pico. A presença de edificações empresariais e galpões logísticos no entorno, associados à circulação constante de caminhões e veículos utilitários, agrava ainda mais a saturação da via, provocando manobras lentas e interrupções frequentes do fluxo.

Além disso, a inexistência de sinalização horizontal definida, aliada à presença de áreas não pavimentadas utilizadas informalmente como acessos e estacionamentos, amplifica a desorganização viária. Esse cenário favorece disputas de espaço, amplia o risco de acidentes e compromete significativamente a mobilidade do tráfego local.

Assim como os demais pontos analisados anteriormente, este cruzamento configura uma área crítica de adensamento, onde a circulação de veículos pesados e a confluência de diferentes fluxos resultam em congestionamentos recorrentes, desgaste do pavimento e maior desconforto urbano. A implantação de um anel rodoviário surge como alternativa estratégica para desviar o tráfego de passagem desse trecho, reduzindo a sobrecarga da via e proporcionando melhorias substanciais na fluidez do sistema viário municipal.

Relação com o objetivo do anel rodoviário

Ambos os pontos analisados representam trechos urbanos que sofrem com sobrecarga de tráfego, especialmente por receberem veículos que não têm como destino o centro, mas são obrigados a atravessar a área central devido à ausência de uma rota alternativa. Assim, a implantação do anel rodoviário permitiria:

- Desviar o tráfego de passagem, principalmente veículos de carga;
- Reduzir o volume nos cruzamentos analisados, diminuindo conflitos e congestionamentos;
- Melhorar o tempo de deslocamento interno, beneficiando moradores e trabalhadores;
- Preservar a infraestrutura viária central, diminuindo o desgaste excessivo;
- Aumentar a segurança viária, reduzindo pontos de conflito.

Portanto, esses pontos reforçam a justificativa da proposta, pois ilustram claramente como o fluxo atual ultrapassa a capacidade operacional da malha viária central, evidenciando a urgência de uma solução como o anel rodoviário para redistribuir o tráfego.

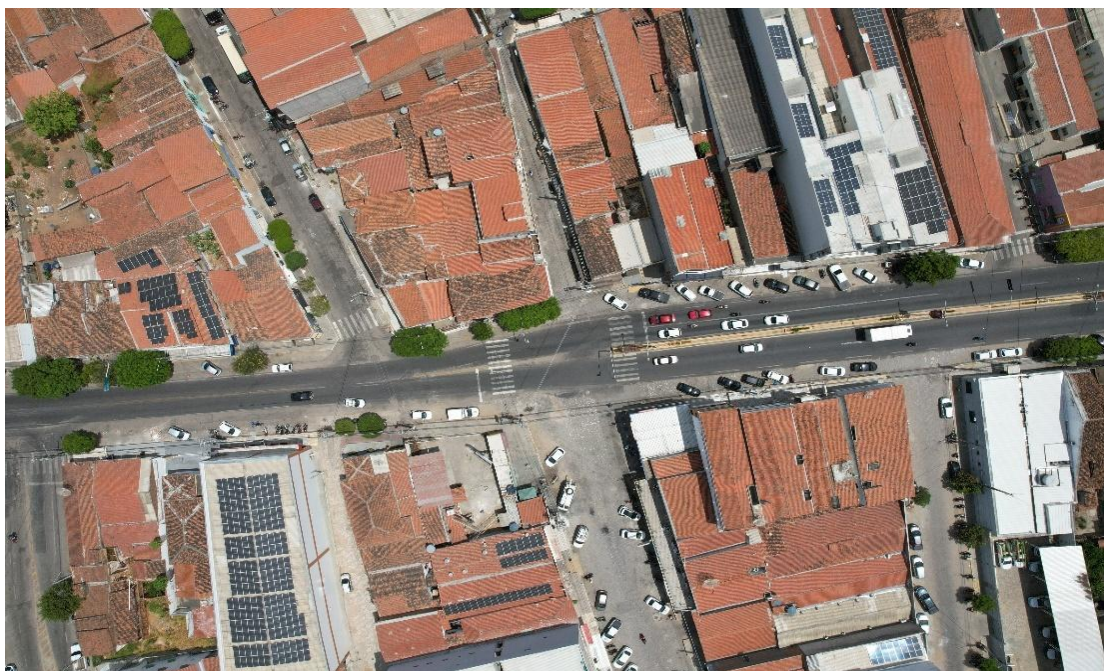
7.2 Análise feita com imagem aérea

Figura 8 - BR-405 em frente ao posto segundo melo



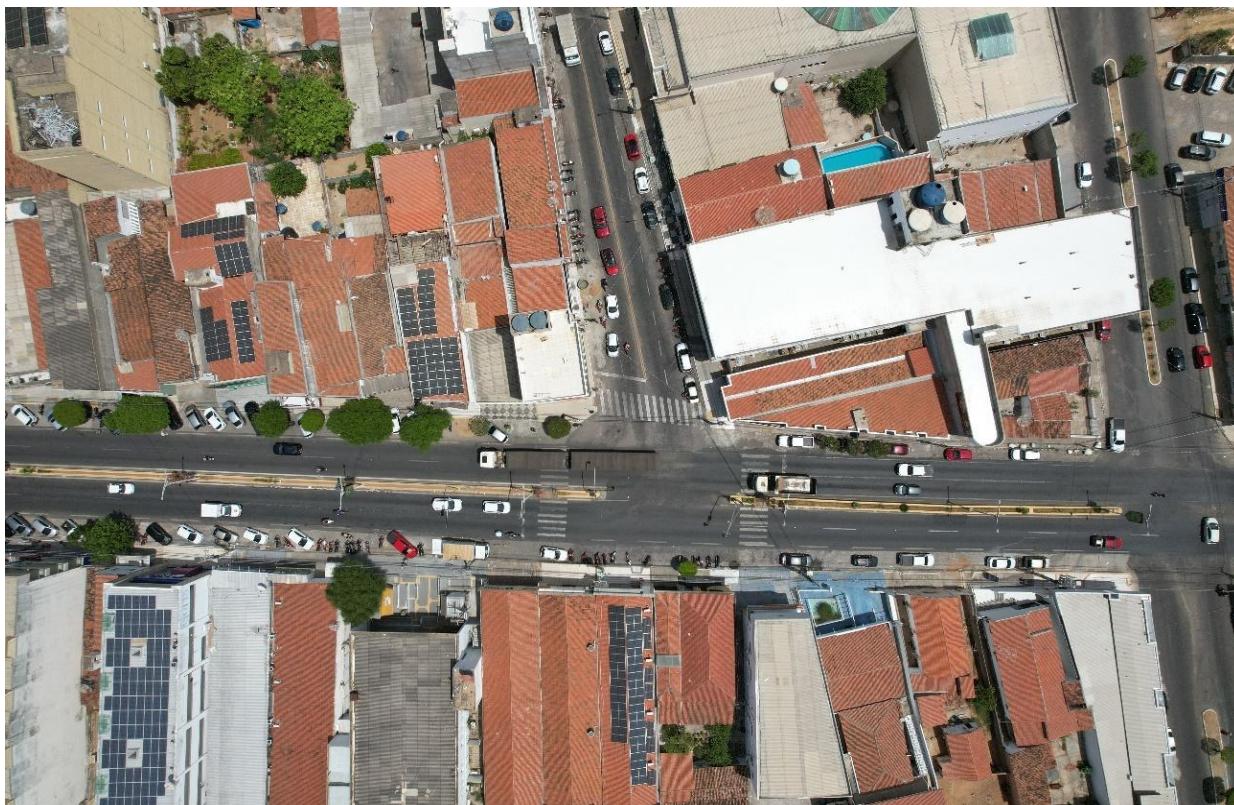
Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Figura 9 - BR-405 primeiro semáforo



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Figura 10 - BR-405 segundo semáforo em frente ao banco do Brasil



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Figura 11 - BR-405 sinal da rodoviária



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Figura 12 - BR-405 sinal da rodoviária continuação



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

A partir da análise da imagem aérea apresentada, observa-se que a via em questão está inserida em um contexto urbano consolidado, caracterizado por ocupação densa, edificações próximas ao leito carroçável e intensa interação entre tráfego veicular e atividades locais. Trata-se de um eixo viário que atende predominantemente deslocamentos urbanos, com presença significativa de veículos leves, motocicletas, pedestres e acessos diretos a residências, comércios e serviços.

A geometria da via evidencia largura limitada, ausência de faixas exclusivas e reduzido espaço para manobras, o que compromete sua capacidade operacional. Nota-se também a existência de múltiplos acessos laterais e interseções próximas, fatores que aumentam os pontos de conflito e reduzem a fluidez do tráfego. Nesse cenário, a circulação de caminhões e carretas agrava significativamente os problemas existentes. (Vasconcellos, 2001)

A presença de veículos pesados nessa via provoca, em primeiro lugar, redução da velocidade média do tráfego, uma vez que os caminhões demandam maior espaço para manobras, aceleração e frenagem. Isso resulta na formação de filas, congestionamentos e aumento do tempo de deslocamento, especialmente nos horários de pico. Além disso, o tráfego pesado intensifica os conflitos viários em cruzamentos e acessos, elevando o risco de acidentes, sobretudo envolvendo veículos menores, motociclistas e pedestres. Rodrigues (2011)

Outro aspecto relevante é o impacto estrutural sobre o pavimento. Vias urbanas como a observada, geralmente dimensionadas para tráfego leve e médio, sofrem desgaste acelerado quando submetidas à passagem constante de caminhões e carretas. As cargas por eixo desses veículos contribuem para deformações, fissuras e afundamentos, aumentando os custos de manutenção e reduzindo a vida útil da infraestrutura viária. Albano (2005)

Do ponto de vista urbano e ambiental, a circulação de veículos pesados em áreas densamente ocupadas gera aumento de ruído, vibrações e emissões de poluentes atmosféricos, comprometendo a qualidade de vida da população residente. Esses efeitos são ainda mais sensíveis em vias com fachadas ativas e uso misto, como se observa na imagem, onde a convivência entre tráfego intenso e atividades cotidianas é inevitável. Rodrigues (2011)

Dessa forma, evitar a circulação de caminhões e carretas por essa via é fundamental para melhorar a fluidez do tráfego urbano, aumentar a segurança viária, preservar a infraestrutura existente e reduzir impactos ambientais e sociais. A análise reforça a importância da implantação de rotas alternativas, como um anel rodoviário, capaz de desviar o tráfego de passagem e de carga pesada para áreas periféricas, compatíveis com esse tipo de circulação, liberando a malha urbana central para os deslocamentos locais. DNIT (2006)

O Impacto Estrutural e Funcional

A saturação nessas áreas é intensificada pela combinação de fatores urbanísticos e de tráfego:

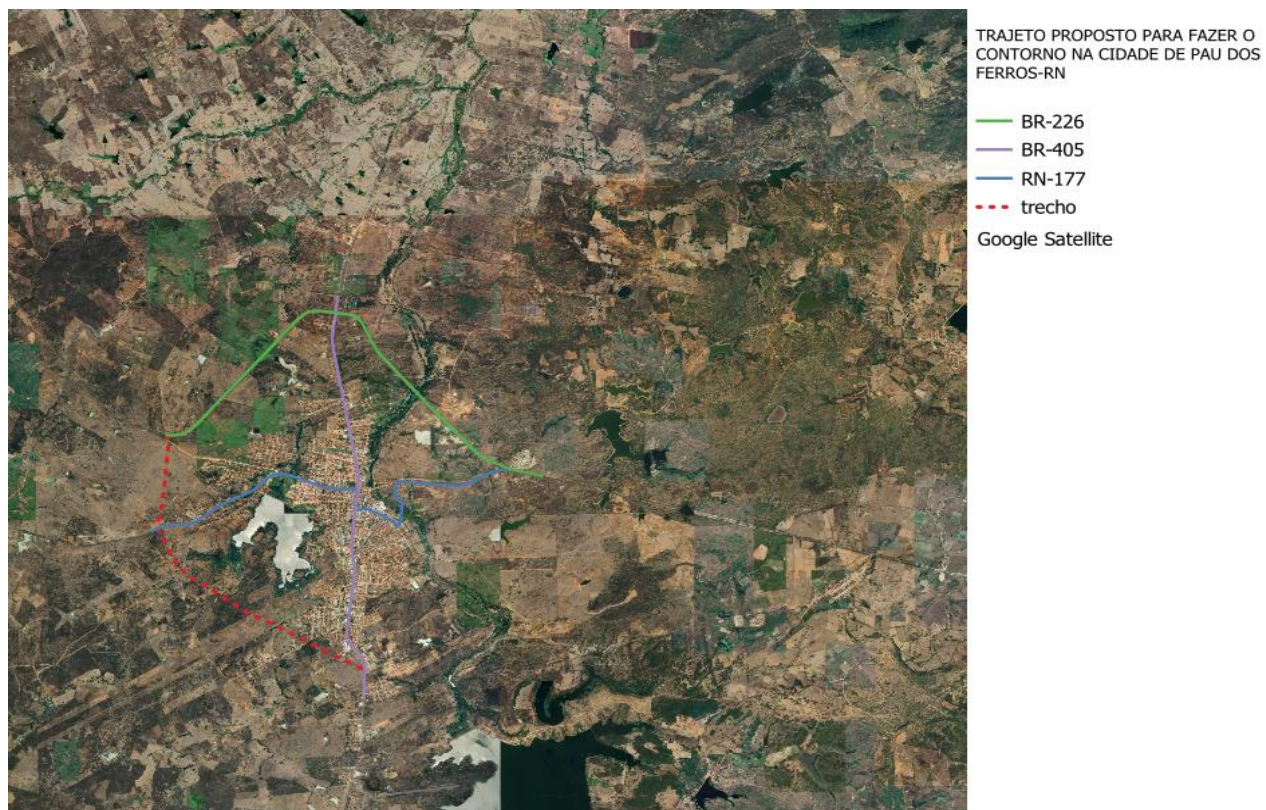
1. Degradação do Pavimento: A circulação de veículos pesados em vias de baixo dimensionamento submete o pavimento a maior pressão, acelerando o seu desgaste, o que exige custos elevados de manutenção e reduz a vida útil da infraestrutura.
2. Gargalos e Congestionamento: Os cruzamentos críticos, que apresentam geometria irregular e ausência de hierarquização viária clara, transformam-se em nós de estrangulamento. O tráfego de carga, ao realizar manobras lentas e interrupções, agrava a saturação e provoca congestionamentos recorrentes.
3. Insegurança Viária e Qualidade de Vida: A sobrecarga viária, o alto atrito entre veículos e pedestres e a disputa de espaço devido ao estacionamento irregular elevam os índices de acidentes. Além disso, a presença constante de caminhões gera maior emissão de poluentes e poluição sonora, impactando negativamente a qualidade de vida da população residente.

A implantação de um anel rodoviário surge, portanto, como uma alternativa estratégica e estrutural para desviar o tráfego de passagem e de longa distância para fora do núcleo urbano, aliviando a sobrecarga central e preservando a infraestrutura viária existente. GEHL (2013)

7.3 Trajeto proposto:

A partir da análise da imagem de satélite, observa-se que Pau dos Ferros possui uma malha urbana centralizada e densamente ocupada, enquanto suas bordas apresentam áreas menos consolidadas, topografia mais favorável e *vazios urbanos* que permitem a implantação de um traçado periférico com menor necessidade de desapropriações. Considerando também o posicionamento das principais rodovias, RN-177, BR-226 e BR-405. É possível definir um traçado estratégico capaz de circundar o município e desviar o tráfego de passagem.

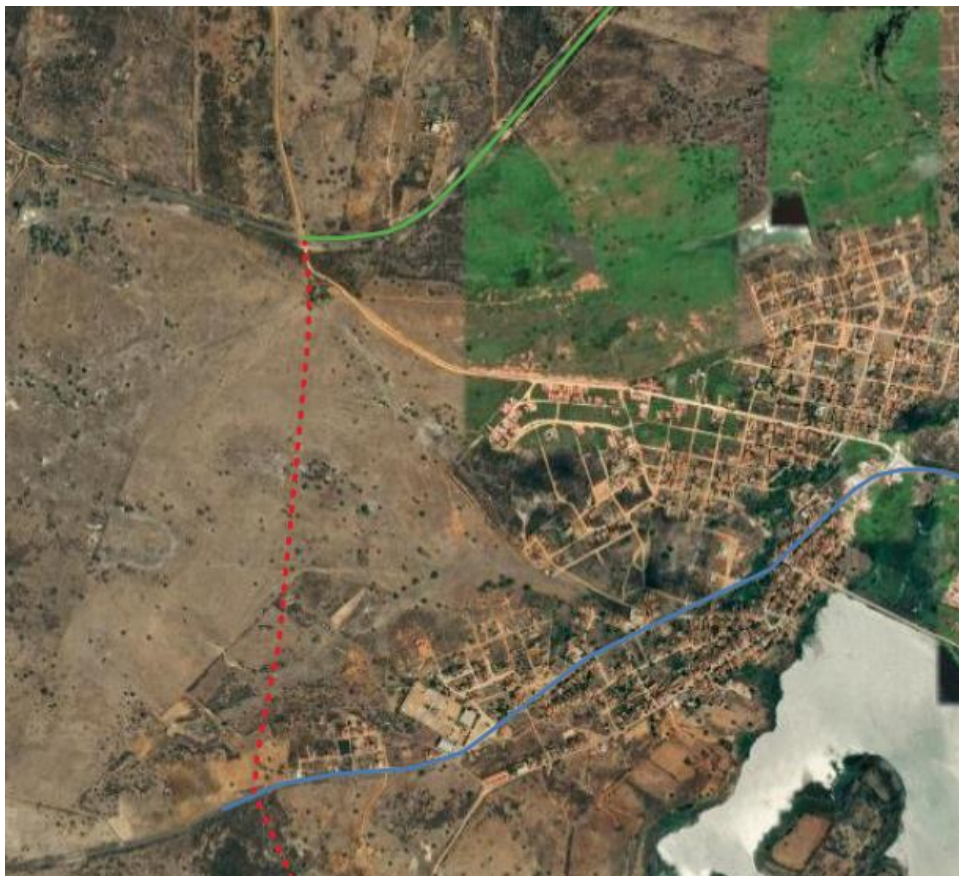
Figura 13 - Trajeto proposto



Fonte: Google Earth, (2025)

1. Início do Anel – Setor Norte (Encontro da RN-177 com RN-226)

Figura 14 - Início do Anel – Setor Norte (Encontro da RN-177 com RN-226)



Fonte: Google Earth, (2025)

O anel rodoviário inicia no extremo norte do município, na rotatória onde se encontram a RN-177 e a RN-226. Esse ponto é adequado por três motivos:

1. Já é um nó rodoviário existente, com grande fluxo de veículos vindos do Ceará e do Rio Grande do Norte.
2. Evita que esses veículos entrem no Bairro João XXIII e Alto do Açude, reduzindo o tráfego local.
3. Possui amplo espaço livre no entorno, facilitando implantação sem grandes impactos.

A partir desse ponto, o anel segue em direção leste.

Após sair do entroncamento norte, o traçado segue pela periferia leste da cidade, acompanhando áreas pouco urbanizadas e terrenos relativamente planos.

Aqui, o anel rodoviário:

- Mantém distância segura do Bairro João XXIII;
- Conecta-se novamente à RN-177 próximo ao acesso ao povoado Capa de Cima;
- Garante que todo o fluxo que chega pela RN-177 vindo de Francisco Dantas e demais municípios não precise atravessar o Centro.

Essa parte do traçado cria o setor leste do anel, responsável por retirar dos bairros centrais o fluxo pesado dessa rodovia.

3. Setor Sudeste – Ligação com áreas rurais da zona leste

Ao seguir para o sul, o traçado contorna a expansão urbana leste e passa por áreas rurais onde há:

- Baixa densidade populacional,
- Menor interferência com parcelamentos urbanos,
- Possibilidade de implantação de faixa de domínio completa.

Esse setor é fundamental porque evita os bairros mais densos da zona sul, onde a presença de ocupações irregulares e ruas estreitas inviabilizaria qualquer obra viária de grande porte.

4. Conexão Sul – Encontro com a BR-405 (entrada sul da cidade)

Figura 15 - Conexão Sul – Encontro com a BR-405 (entrada sul da cidade)

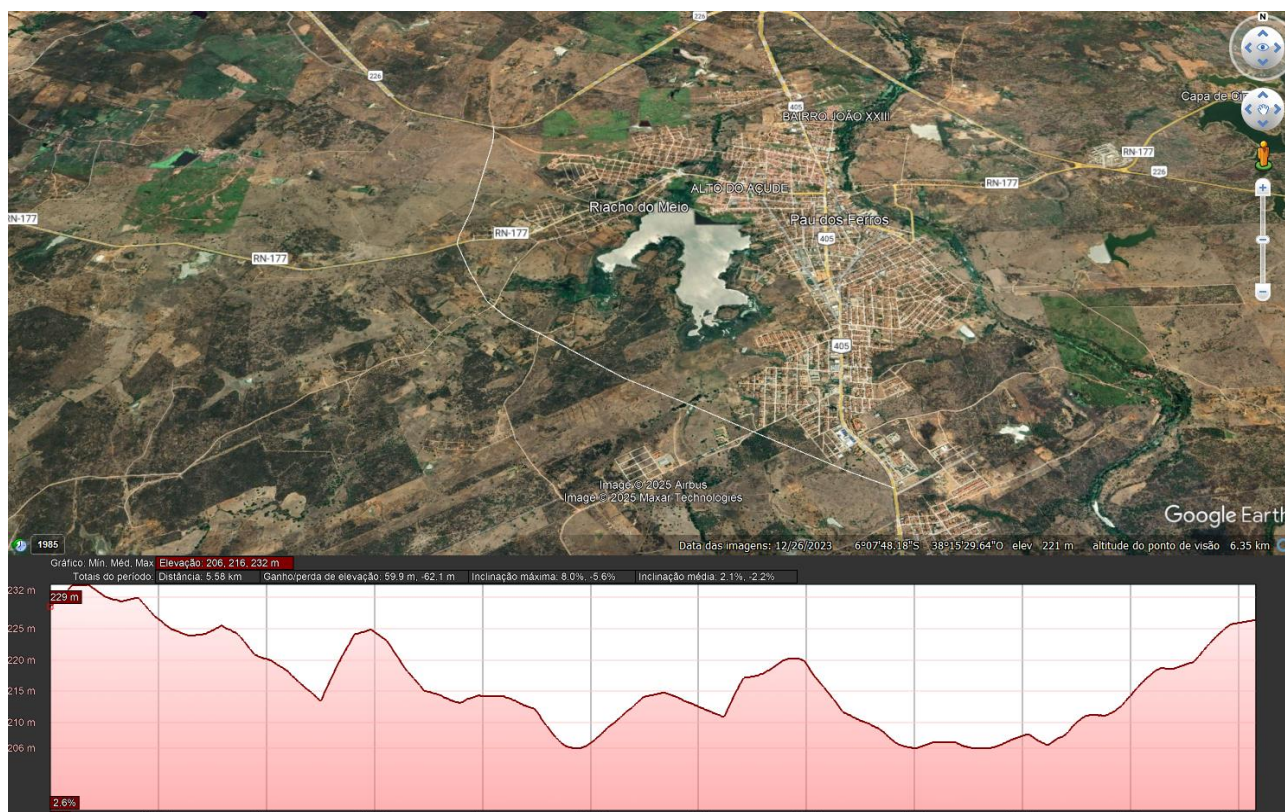


Fonte: Google Earth, (2025)

No setor sul do traçado proposto, o anel rodoviário estabelece conexão direta com a BR-405, principal rodovia federal que atravessa o município de Pau dos Ferros no sentido Apodi–Mossoró. Esse ponto de interseção localiza-se nas proximidades do IFRN – Campus Pau dos Ferros, mais precisamente próximo ao Posto Ipiranga e ao acesso viário que conduz à Barragem de Pau dos Ferros, configurando-se como um marco territorial de fácil identificação.

A conexão ocorre antes do início da área densamente urbanizada da Avenida Independência, em um trecho ainda caracterizado por ocupação rarefeita e presença de grandes vazios urbanos, o que favorece a implantação da infraestrutura viária com menores interferências no tecido urbano consolidado. Conforme ilustrado na Figura X, o traçado do anel aproxima-se da BR-405 a partir do quadrante sudoeste, garantindo um entroncamento funcional e estrategicamente posicionado.

Figura 16 - Perfil altimétrico do trecho proposto



Fonte: Google Earth (2025)

A análise do perfil altimétrico do trecho proposto para o anel rodoviário, obtido por meio do software Google Earth, permite avaliar as condições topográficas do alinhamento e sua influência na viabilidade técnica da implantação da via. O segmento analisado possui extensão aproximada de 5,58 km, abrangendo áreas periféricas do município, conforme o traçado previamente definido.

Observa-se que as cotas altimétricas variam entre aproximadamente 206 m e 232 m, resultando em uma amplitude altimétrica de cerca de 26 m ao longo de todo o percurso. A elevação média, em torno de 216 m, indica um relevo predominantemente suave a levemente ondulado, característica favorável à implantação de rodovias periurbanas, sobretudo aquelas destinadas à circulação de veículos pesados.

No trecho inicial do perfil, verifica-se uma cota mais elevada, próxima de 229 m, seguida por um declive gradual, sem desníveis abruptos. Essa conformação reduz a necessidade de cortes profundos e contribui para a manutenção de boas condições de conforto e segurança operacional. Entre aproximadamente 1,5 km e 2,6 km, identifica-se uma depressão topográfica, onde o terreno atinge sua menor cota, próxima de 206 m. Esse segmento corresponde a áreas mais baixas do relevo, possivelmente associadas a linhas naturais de drenagem, o que demanda atenção especial quanto ao dimensionamento do sistema de drenagem, mas não configura

restrição técnica relevante à implantação da via.

A partir desse ponto, o perfil apresenta elevação progressiva, com pequenas ondulações ao longo do traçado. Essas variações se caracterizam por sucessões de aclives e declives suaves, mantendo um padrão geométrico compatível com a função do anel rodoviário. Destaca-se que as inclinações máximas observadas são da ordem de +8,0% e -5,6%, enquanto as inclinações médias permanecem em torno de $\pm 2\%$, valores considerados aceitáveis para rodovias que recebem tráfego de carga, conforme diretrizes técnicas usuais.

No trecho final, o perfil retorna a cotas mais elevadas, situando-se entre 225 m e 228 m, indicando terrenos mais estáveis e adequados à conexão com as rodovias existentes no entorno urbano.

De modo geral, os resultados demonstram que o traçado proposto apresenta condições altimétricas favoráveis, com relevo regular, ausência de declividades excessivas e variações de cota moderadas. Essas características contribuem para a redução dos volumes de terraplenagem, menor impacto ambiental e maior eficiência econômica do empreendimento. Assim, a análise do perfil altimétrico reforça a viabilidade técnica do anel rodoviário, corroborando sua adequação como solução estrutural para o desvio do tráfego de passagem e de veículos pesados do núcleo urbano de Pau dos Ferros.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo central analisar a viabilidade da implementação de um Anel Rodoviário no município de Pau dos Ferros/RN, como resposta à crítica saturação e deterioração da malha viária central, causada pelo tráfego de passagem e pela intensa circulação de veículos de carga.

A investigação demonstrou que a concentração dos fluxos veiculares na área central resultou em múltiplos impactos negativos, confirmando a urgência da proposta. Em termos de infraestrutura, a análise verificou que as vias urbanas, geralmente dimensionadas para tráfego leve e médio, sofrem um desgaste estrutural acelerado quando submetidas à passagem constante de caminhões e carretas. As cargas por eixo desses veículos contribuem diretamente para a formação de deformações, fissuras e afundamentos, resultando no aumento significativo dos custos de manutenção e na redução prematura da vida útil do pavimento.

Do ponto de vista funcional e da mobilidade urbana, constatou-se que os pontos críticos de adensamento, evidenciados pelas imagens e estudos de fluxo, operam frequentemente acima de sua capacidade. Essa sobrecarga gera congestionamentos crônicos, perda de fluidez nos horários de pico e elevação dos índices de acidentes. Em última análise, a situação compromete a qualidade de vida, a segurança viária e o desenvolvimento econômico local.

Diante do exposto, a implantação do Anel Rodoviário se configura como a solução estratégica e estruturalmente mais adequada. Seu papel será o de hierarquizar o sistema viário municipal, segregando o tráfego de longa distância e de cargas pesadas da circulação estritamente urbana. Esta segregação é fundamental para:

Preservar a malha viária central, reduzindo drasticamente o esforço sobre o pavimento e os custos de reparo, restaurar a fluidez e a capacidade operacional das vias centrais e aumentar a segurança e a qualidade de vida no núcleo urbano.

Conclui-se, portanto, que a proposta de um Anel Rodoviário para Pau dos Ferros é não apenas viável, mas imprescindível para o desenvolvimento sustentável do município. Recomenda-se que as autoridades competentes (órgãos municipais e estaduais) priorizem a próxima fase de desenvolvimento do projeto, que inclui estudos ambientais e a avaliação detalhada das desapropriações necessárias, transformando a proposta em um investimento fundamental para a mobilidade e infraestrutura regional.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, João Fortini. **Efeitos dos excessos de carga sobre a durabilidade de pavimentos**. 2005. 232 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- BERTOLINI, Luís; PELLEGRINO, Paulo. **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, políticas e práticas**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2019.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 1986.
- CASTELLS, Manuel. **A questão urbana**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário: desafios e perspectivas**. Brasília: CNT, 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro: IPR/DNIT, 2006.
- GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- HARVEY, David. **Justiça social e a cidade**. São Paulo: Hucitec, 1980.
- LITMAN, T. **Transportation and Environmental Policy**. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2017.
- MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4. ed. Chichester: Wiley, 2011.
- PEREIRA, L. F. **Impactos da implantação de anéis viários em cidades médias brasileiras**. Revista Transportes, v. 26, n. 2, p. 55–70, 2018.
- PEREIRA, Rafael H. M.; SCHWANEN, Tim. **Tempo de deslocamento, mobilidade e acesso no Brasil metropolitano**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 15, n. 2, p. 11-29, 2013.
- RODRIGUES, J. M.; FERRAZ, A. C. P. **Planejamento de transportes**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- SILVA, Fábio A.; NASCIMENTO, Carlos E. **Anéis rodoviários e mobilidade urbana: uma análise das experiências brasileiras**. Revista de Transportes Públicos, v. 38, n. 1, p. 45-62, 2016.

SILVA, R. A. **Infraestrutura viária e desenvolvimento urbano: estudo de caso em cidades do Nordeste**. Natal: UFRN, 2020.

SCHWANEN, T. (2013). **Sociotechnical transition in the transport system**. In M. Givoni & D. Banister (Eds.), *Moving towards low carbon mobility* (pp. 231–254). Edward Elgar Publishing

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume, 2001.

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 1999.