



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

WILSON SILAS CUNHA

**RODOVIA BR 304: ANÁLISE GEOMÉTRICA DO ACESSO À CIDADE DE
ANGICOS/RN**

ANGICOS

2025

WILSON SILAS CUNHA

**RODOVIA BR 304: ANÁLISE GEOMÉTRICA DO ACESSO À CIDADE DE
ANGICOS/RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Campus Angicos, como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Wendel Silva Cabral

ANGICOS

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.

C972r Cunha, Wilson Silas Cunha.

Rodovia BR 304: Análise geométrica do acesso a cidade de Angicos/RN / Wilson Silas Cunha Cunha. -

2025.

35 f.: il.

Orientadora: Wendel Silva Cabral Cabral.
Monografia (graduação) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

1. interseções. 2. segurança viária. I. Cabral,
Wendel Silva Cabral, orient. II. Título.

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

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia
Duarte CRB: 15/673

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.

WILSON SILAS CUNHA

**RODOVIA BR 304: ANÁLISE GEOMÉTRICA DO ACESSO A CIDADE DE
ANGICOS/RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Campus Angicos, como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 15 / 12 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Wendel Silva Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Luís Henrique Gonçalves Costa, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Andreza Kelly Costa Nobrega dos Santos, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não seríamos nada.

Aos meus pais por ter me dado educação.

A minha esposa Maria Eliana pelo companheirismo e pela força na vida acadêmica.

Agradeço ao professor Dr. Wendel Silva Cabral pelas orientações no trabalho.

Agradeço a todos aqueles que me ajudaram de alguma forma no decorrer do curso, principalmente aos colegas de turma e companheiros de trabalho José Serafim e Talleyrand Carlos.

Agradeço a banca examinadora.

O melhor caminho é aquele onde todos chegam com vida.

Autor desconhecido

RESUMO

A infraestrutura rodoviária desempenha papel essencial na mobilidade e no desenvolvimento socioeconômico das regiões, sendo a segurança e a fluidez do tráfego fatores determinantes para a qualidade dos deslocamentos. Entre os elementos mais críticos das rodovias estão as interseções, especialmente aquelas localizadas próximas a áreas urbanas, onde há maior interação entre fluxos locais e rodoviários. Este trabalho apresenta uma análise geométrica da interseção entre a BR-304 e a RN-263, principal acesso ao município de Angicos/RN, identificando suas não conformidades em relação às diretrizes estabelecidas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e propondo soluções adequadas ao padrão da via. O problema central identificado consiste na ausência de faixas de mudança de velocidade que permitam aos condutores realizar as manobras de entrada e saída da rodovia de forma gradual. A inexistência desses dispositivos obriga os motoristas a reduzirem ou aumentarem a velocidade diretamente sobre a faixa de rolamento principal, o que aumenta significativamente o risco de colisões traseiras e laterais, além de comprometer o nível de serviço do trecho. A metodologia adotada envolveu levantamento bibliográfico dos manuais técnicos do DNIT e de autores clássicos de projeto geométrico, visitas técnicas ao trecho estudado, registro fotográfico, coleta de pontos georreferenciais e elaboração de proposta de projeto em obediência às recomendações e diretrizes dos órgãos de trânsito. Essa abordagem permitiu avaliar com precisão a geometria existente, suas inconsistências, e desenvolver alternativa alinhada às normas vigentes. Os resultados demonstraram que a interseção em “T” localizada no km 148 da BR-304 opera sem qualquer faixa auxiliar. O dimensionamento das faixas, realizado conforme o Manual de Projeto de Interseções (DNIT, 2005), indicou a necessidade de 210 metros para a faixa de aceleração e 125 metros para a faixa de desaceleração, ambos incluindo 70 metros de taper. Conclui-se que a configuração atual do acesso não atende às recomendações técnicas, apresentando riscos relevantes ao tráfego. A implantação das faixas de mudança de velocidade propostas corrige as deficiências identificadas, alinhando o trecho às normas do DNIT e proporcionando maior segurança, fluidez e conforto aos usuários. Além disso, o estudo pode servir como base para futuras intervenções e como referência acadêmica para trabalhos que envolvam projeto geométrico e segurança viária em interseções rodoviárias.

Palavras-chave: Projeto geométrico. Interseções. Faixas de mudança de velocidade. Segurança viária. DNIT.

ABSTRACT

Road infrastructure plays an essential role in mobility and in the socioeconomic development of regions, with traffic safety and flow efficiency being determining factors for the quality of travel. Among the most critical elements of highways are intersections, especially those located near urban areas, where interaction between local and highway traffic is more intense. This study presents a geometric analysis of the intersection between BR-304 and RN-263, the main access route to the municipality of Angicos/RN, identifying its nonconformities with the guidelines established by the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) and proposing solutions appropriate to the road's functional classification. The central issue identified is the absence of speed-change lanes that would allow drivers to perform entry and exit maneuvers gradually. The lack of these facilities forces drivers to reduce or increase speed directly on the main traffic lane, which significantly increases the risk of rear-end and side collisions, as well as compromising the level of service on the segment. The methodology adopted included a bibliographic review of DNIT technical manuals and classical authors of geometric design, technical field visits to the studied site, photographic documentation, collection of georeferenced points, and the development of a design proposal in compliance with the recommendations and guidelines of transportation agencies. This approach allowed for an accurate assessment of the existing geometry, its inconsistencies, and the development of an alternative that aligns with current standards. The results showed that the "T" intersection located at km 148 of BR-304 operates without any auxiliary lanes. The design of the lanes, carried out according to the Intersection Design Manual (DNIT, 2005), indicated the need for 210 meters for the acceleration lane and 125 meters for the deceleration lane, both including a 70-meter taper. It is concluded that the current configuration of the access does not meet technical recommendations, presenting significant risks to traffic. The implementation of the proposed speed-change lanes corrects the deficiencies identified, aligning the segment with DNIT standards and providing greater safety, flow efficiency, and comfort for users. Furthermore, the study may serve as a basis for future interventions and as an academic reference for works involving geometric design and road safety at highway intersections.

Keywords: Geometric design. Intersections. Speed-change lanes. Traffic safety. DNIT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Faixa de mudança de velocidade.....	17
Figura 2	–	Tipo de faixas de mudança de velocidade.....	18
Figura 3	–	Município de Angicos e Extensão da Br 304.....	23
Figura 4	–	Interseção entre a BR 304 e a RN 263.....	24
Figura 5	–	GPS.....	24
Figura 6	–	Drone Dji Mavis 3 Classic.....	25
Figura 7	–	Velocidade máxima permitida.....	27
Figura 8	–	Km 148 - BR 304.....	27
Figura 9	–	Pontos coletados.....	27
Figura 10	–	Desenho parcial.....	28
Figura 11	–	Projeção atual – Civil 3D.....	28
Figura 12	–	Acesso direto da faixa de rolamento principal.....	29
Figura 13	–	Projeção com faixas de mudança de velocidade.....	29
Figura 14	–	Acesso com faixas de mudança de velocidade.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Comprimento de faixa de mudança de velocidade - faixas de desaceleração.....	19
Tabela 2	– Comprimento de faixa de mudança de velocidade - faixas de aceleração.....	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Tipos de Veículo	21
----------	---	------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	Associação Americana de Autoridades de Rodovias e Transportes Estaduais
BIM	Modelagem da Informação da Construção
CO	Caminhão Ônibus
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de trânsito Brasileiro
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GPS	Sistema de Posicionamento Global
VMD	Volume Médio Diário

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Projeto geométrico	15
3.2	Interseções rodoviárias	16
3.3	Faixas de mudança de velocidade	16
3.4	Dimensionamento	18
3.4.1	Comprimento das faixas	18
3.4.2	Velocidade de projeto	20
3.4.3	Velocidade de operação	20
3.4.4	Veículo tipo	20
3.4.5	Volume médio diário	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1	Local de estudo	22
4.2	Normas e manuais que subsidiaram o desenvolvimento do projeto	24
4.3	Equipamentos e programas computacionais utilizados	24
4.4	Coleta de dados	25
4.5	Desenvolvimento do projeto geométrico.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Segundo PARISI (2021) infraestrutura de transportes é um pilar fundamental para o desenvolvimento socioeconômico de qualquer nação, e a qualidade de seu planejamento e execução impacta diretamente a segurança e a fluidez do tráfego. Por outro lado, decisões inadequadas podem gerar prejuízos significativos não apenas no setor de transportes, mas também em diversos aspectos que influenciam diretamente o desenvolvimento da população, como a segurança dos usuários e a qualidade do ambiente em que vivem (Araujo, 2006).

No contexto das rodovias brasileiras, as interseções e acessos marginais representam pontos críticos que exigem um projeto geométrico meticuloso, conforme estabelecido por órgãos reguladores como o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

A segurança viária e a fluidez do tráfego são aspectos fundamentais no planejamento de acessos rodoviários, principalmente em áreas urbanas. A ausência de faixas de mudança de velocidade em interseções como por exemplo em entradas de cidades, pode comprometer a dinâmica do tráfego e aumentar significativamente o risco de acidentes.

As faixas de aceleração e desaceleração constituem elementos fundamentais no projeto geométrico de interseções, uma vez que têm a função de permitir a adaptação gradual da velocidade dos veículos em relação ao fluxo principal da rodovia. A faixa de aceleração possibilita que o condutor que ingressa na via principal atinja uma velocidade compatível com a corrente de tráfego antes de realizar a manobra de entrada, garantindo segurança e fluidez. De forma análoga, a faixa de desaceleração permite que veículos que deixam a via principal reduzam sua velocidade fora da corrente de tráfego, minimizando riscos de acidentes e mantendo a regularidade do escoamento viário. A geometria dessas faixas deve considerar largura equivalente à das faixas de tráfego, comprimento adequado à variação de velocidade exigida e conexões suaves em planta e perfil, de modo a assegurar conforto e eficiência operacional (Pontes Filho, 1998).

Segundo BRASIL (2005, p.255) “As faixas de mudança de velocidade são faixas auxiliares com objetivo de proporcionar espaço adequado para que os condutores dos veículos possam realizar manobras de aceleração ou desaceleração, sem provocar conflitos ou interferências com o fluxo do tráfego direto”. A ausência desses dispositivos, conforme discutido por BARROS e GONÇALVES (2014), força os motoristas a executarem manobras bruscas, o que contribui diretamente para a elevação do risco de acidentes, como colisões traseiras e laterais, e para a redução da capacidade de serviço da via.

Em casos de acessos a zonas urbanas de municípios, onde há um fluxo significativo de veículos, incluindo transporte de cargas, ônibus intermunicipais e automóveis particulares, esses riscos se potencializam. As vias de acesso e saída inadequadas de forma direta, sem a

presença de faixas auxiliares que permitam a desaceleração segura de veículos que saem da rodovia ou a aceleração adequada dos que nela ingressam, são pontos geradores de acidentes entre os usuários, sejam veículos, pedestres, ciclistas e outros meios de transporte.

Algumas normas do DNIT, como o Manual de Projeto de Interseções (2005), o Manual de Estudo de Tráfego (2006) e o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (1999), são essenciais para orientar o planejamento e a concepção das soluções viárias. Esses documentos fornecem diretrizes para a definição de parâmetros de segurança, fluidez e eficiência operacional, assegurando que o dimensionamento e a configuração das interseções atendam às necessidades do tráfego atual e futuro. A aplicação adequada dessas normas contribui para a redução de conflitos, a melhoria das condições de circulação e o aumento da segurança dos usuários.

De acordo com a CNT (2021), é importante manter e intensificar esses esforços, pois só assim será possível assegurar um deslocamento mais eficiente, promovendo o desenvolvimento socioeconômico do país e atendendo às necessidades de uma sociedade que aspira a uma infraestrutura de qualidade.

O projeto geométrico de rodovias é essencial para promover uma infraestrutura segura, eficiente e sustentável. Um planejamento bem executado proporciona maior segurança e conforto aos usuários, otimiza o fluxo de tráfego e reduz congestionamentos, beneficiando a economia local. Além disso, o traçado otimizado diminui o consumo de combustível e as emissões, contribuindo para a sustentabilidade, enquanto a distribuição uniforme das cargas amplia a durabilidade da via. Em suma, investir em um projeto geométrico de qualidade atende às demandas de mobilidade com segurança e eficiência. (Maciel, 2024)

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo principal a análise geométrica da interseção localizada na entrada principal da cidade de Angicos/RN, visando identificar as não conformidades dos elementos existentes em relação às diretrizes e critérios estabelecidos pelo DNIT. A partir dessa análise, este estudo propõe o dimensionamento e a implementação de faixas de aceleração e desaceleração, visando a adequação do acesso às normas vigentes e a melhoria das condições de segurança e fluidez do tráfego.

Espera-se que as análises, recomendações e proposições técnicas apresentadas neste trabalho, contribuam de forma significativa para a fundamentação de futuras intervenções em acessos de localidades onde há a constatação de inconformidades, geradores ou potencializados de acidentes de trânsito, elevando os padrões de segurança viária e otimizando a mobilidade para todos os usuários das rodovias.

2 OBJETIVOS

Neste item serão apresentados os objetivos que norteiam o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 Objetivo geral

Avaliar a disposição geométrica atual e projetar uma via (acessos), por meio de inserção de faixas de mudança de velocidade na entrada da cidade de Angicos/RN, de acordo com as normas do DNIT.

2.2 Objetivos específicos

- Levantar as características geométricas atuais do acesso entre o município de Angicos e a BR 304.
- Levantamento de dados georreferenciais para auxiliar a projeção das faixas de velocidades.
- Analisar os volumes de tráfego e velocidades praticadas no trecho.
- Consultar os critérios do DNIT para dimensionamento de faixas de mudança de velocidade.
- Propor alternativas de implantação de uma configuração geométrica (faixas de mudança de velocidade) na entrada da cidade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são discutidos os principais conceitos e definições que embasam o desenvolvimento deste trabalho, a partir da revisão da literatura técnica e normativa, com ênfase nas diretrizes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

3.1 Projeto Geométrico

O projeto geométrico de rodovias é um dos pilares fundamentais da engenharia de transportes, responsável por definir as características físicas e funcionais da via, de modo a garantir segurança, conforto e eficiência operacional para os usuários. Segundo o Manual de Projeto de Rodovias do Projeto Ponto de Partida, o projeto geométrico tem a finalidade de

estabelecer parâmetros como raios de curva, declividades, larguras, tangentes e distâncias de visibilidade, sempre em conformidade com as normas técnicas vigentes e os padrões de segurança e conforto operacional exigidos (García, 2024).

No contexto brasileiro, a elaboração de projetos geométricos segue as diretrizes estabelecidas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, em especial o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (1999) e o Manual de Projeto de Interseções. Estes documentos consolidam critérios técnicos relacionados ao dimensionamento das seções transversais, elementos de traçado, interseções e dispositivos auxiliares de tráfego (DNIT, 2005).

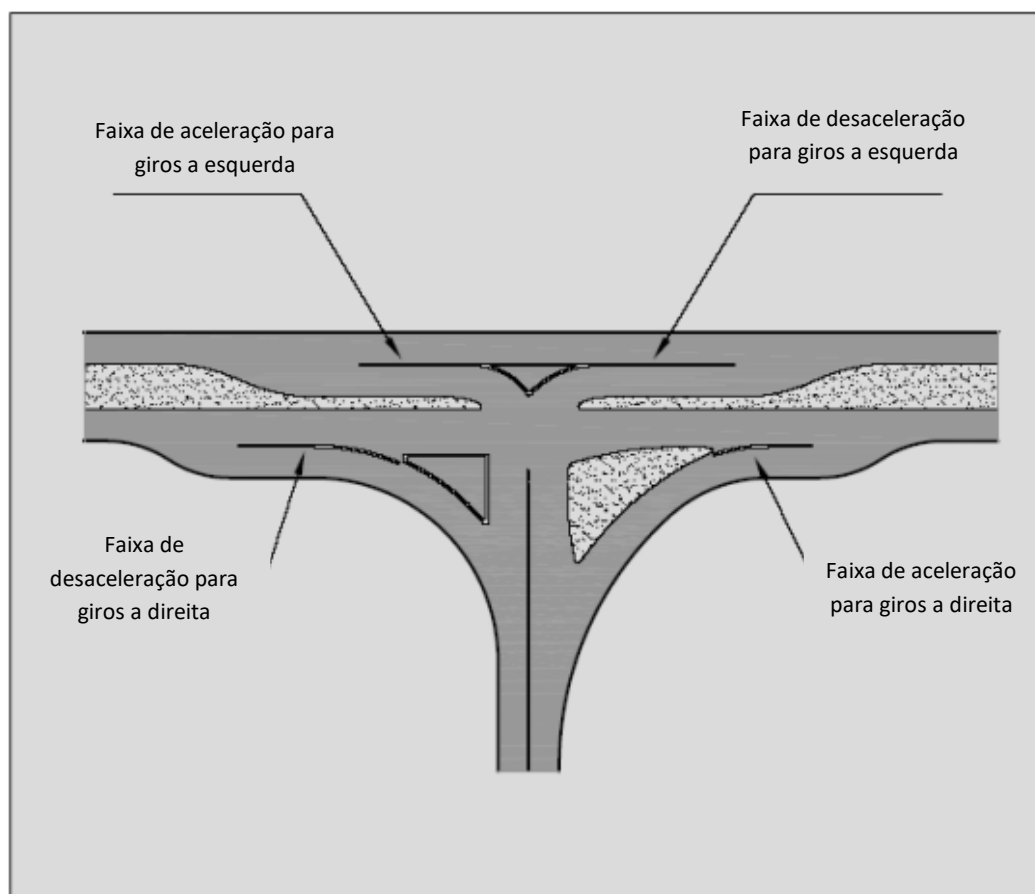
3.2 Interseções rodoviárias

As interseções são trechos do sistema rodoviário onde ocorre o cruzamento ou entroncamento de duas ou mais vias de tráfego. Esses pontos apresentam maior potencial de conflito entre os fluxos veiculares, em razão da diversidade de movimentos realizados. Diante dessa condição, quando os estudos técnicos apontam necessidade, são projetadas obras e dispositivos específicos com a finalidade de organizar os movimentos e minimizar os riscos associados, garantindo maior segurança e eficiência operacional. (Cunha, 2017)

3.3 Faixas de mudança de velocidade

Entre os elementos complementares de grande importância no projeto geométrico, destacam-se as faixas de mudança de velocidade. Essas faixas têm por objetivo proporcionar espaço adequado para que veículos possam realizar manobras de aceleração ou desaceleração sem interferir diretamente no fluxo da corrente principal de tráfego, contribuindo assim para a segurança e para a capacidade da via (DNIT, 2005). A Figura 1 mostra as faixas de mudança de velocidade de giro a direita e de giro a esquerda.

Figura 1 – Faixas de mudança de velocidade

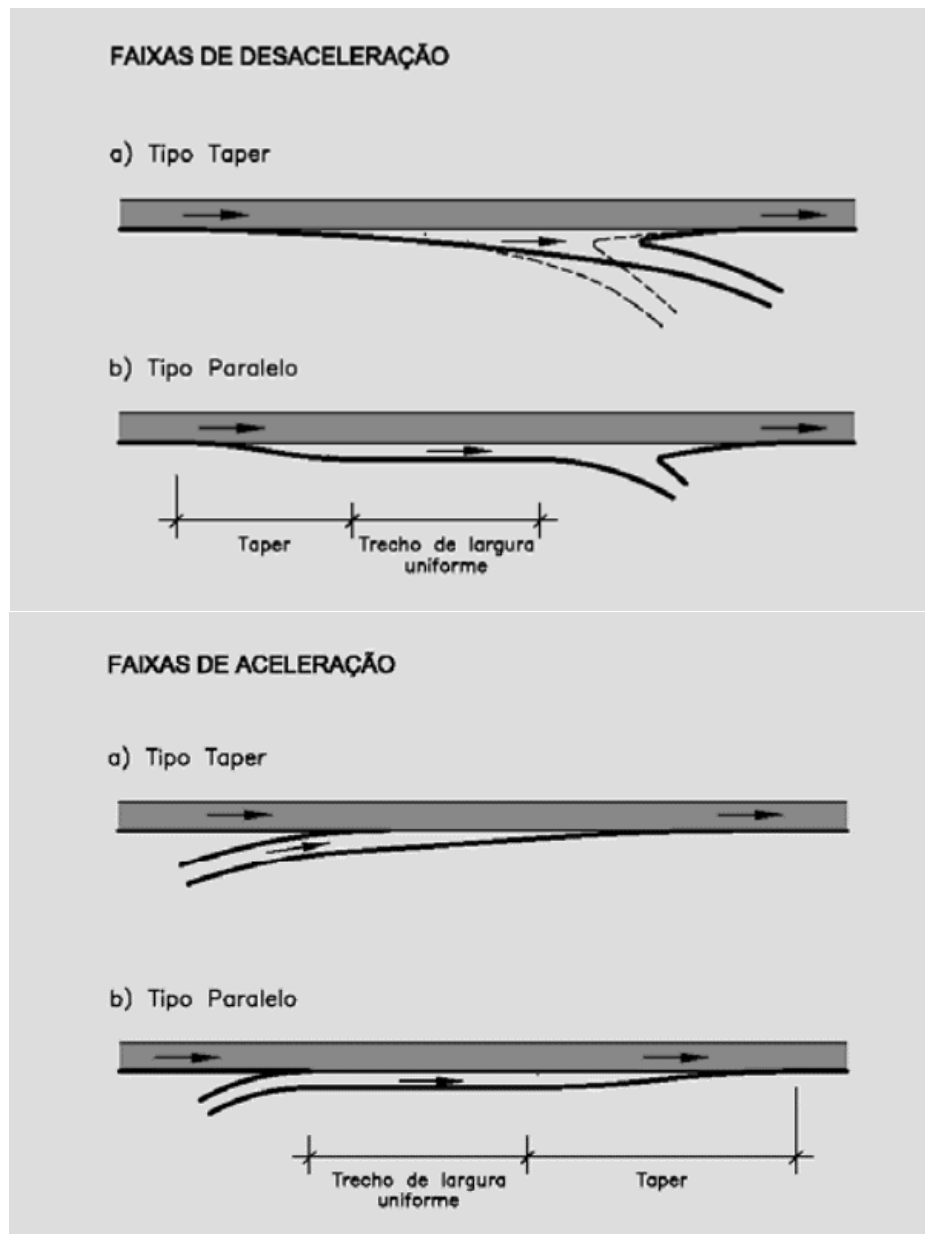


Fonte: DNIT (2005)

As faixas de desaceleração permitem que os veículos reduzam sua velocidade de forma gradual e segura antes de acessar ramos secundários ou realizar conversões. A ausência dessas faixas em rodovias de alta velocidade pode resultar em riscos de colisões traseiras, especialmente em situações de tráfego intenso (DNIT, 2005). Já as faixas de aceleração têm a função de possibilitar que veículos que ingressam na via principal alcancem uma velocidade compatível com a corrente de tráfego, minimizando interferências e aumentando a fluidez do tráfego (DNIT, 2005).

Do ponto de vista tipológico, as faixas de mudança de velocidade podem ser de giro a direita e a esquerda e classificadas por tipo taper e tipo paralelo como indicado na Figura 2. O primeiro caracteriza-se por um afunilamento gradual, sendo mais aplicável em rodovias de baixo volume de tráfego. Já o tipo paralelo, que conta com um trecho de largura constante, é recomendado para rodovias de maior padrão e tráfego elevado, oferecendo melhor desempenho operacional e segurança (DNIT, 2005).

Figura 2 – Tipos de faixa de mudança de velocidade



Fonte: DNIT (2005)

3.4 Dimensionamento

O dimensionamento dessas faixas deve considerar fatores como a velocidade diretriz da rodovia, a intensidade de tráfego, a presença de veículos pesados e as condições de greide.

3.4.1 Comprimento das faixas

As Tabelas 1 e 2 a seguir apresentam dados específicos para o cálculo dos comprimentos mínimos das faixas de aceleração e desaceleração para greides de até 2%, incluindo o trecho de transição denominado taper (DNIT, 2005).

Tabela 1 - Comprimento de faixa de mudança de velocidade - faixas de desaceleração

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da <i>faixa de desaceleração</i> , inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de saída (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	60	110	105	95	85	70	60	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	70	-
90	80	145	140	135	120	110	100	90	80
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	90	180	180	170	160	150	140	120	105
120	100	200	195	185	175	170	155	140	120

Fonte: DNIT (2005)

Tabela 2 - Comprimento de faixa de mudança de velocidade - faixas de aceleração

Velocidade diretriz (km/h)	Taper (m)	Comprimento da <i>faixa de aceleração</i> , inclusive taper (m)							
		Velocidade de segurança da curva de entrada (km/h)							
		0	20	30	40	50	60	70	80
40	40	60	50	40	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	180	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	80	280	250	240	220	190	140	100	80
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200

Fonte: DNIT (2005)

As faixas de mudança de velocidade devem ter largura entre 3,50 m e 3,60 m, desejavelmente igual uma faixa normal da via. O acostamento pode ser mais estreito, conforme

o tipo de interseção. Quando houver meios-fios intransponíveis, deve-se deixar um afastamento lateral entre 0,30 m e 0,60 m. (DNIT, 2005)

Portanto, as faixas de mudança de velocidade constituem um elemento indispensável no projeto geométrico de rodovias modernas, especialmente em interseções e acessos. Elas contribuem para a redução de acidentes, aumento da capacidade da via e melhoria da eficiência operacional do sistema viário, refletindo diretamente nos níveis de serviço oferecidos aos usuários.

3.4.2 Velocidade de projeto

A American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) define velocidade de projeto, ou velocidade diretriz, como a máxima velocidade que um veículo pode manter, em determinado trecho, em condições normais, com segurança.

Esse parâmetro orienta o dimensionamento geométrico da via, influenciando elementos como curvatura, superelevação e distâncias de visibilidade. Assim, a velocidade de projeto deve ser sempre compatível com a topografia do terreno e a classe funcional da rodovia, garantindo conforto e segurança aos usuários. (Pontes Filho, 1998)

3.4.3 Velocidade de operação

Velocidade de operação é a média de velocidades para todo o tráfego ou parte dele, obtida pela soma das distâncias percorridas dividida pelo tempo de percurso. Pode ser definida também como a mais alta velocidade de percurso que o veículo pode realizar, em uma dada via, sob condições favoráveis de tempo e tráfego, sem exceder a velocidade diretriz. (Pontes Filho, 1998)

Devido a fatores como as condições de tráfego, os veículos nem sempre conseguem manter a velocidade de projeto ao longo de toda a via. Por isso, algumas características geométricas precisam ser definidas considerando a velocidade de operação, em vez da velocidade de projeto.

3.4.4 Veículo tipo

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), utilizando da competência que lhe confere o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), estabelece pela resolução nº 882/21, dimensões,

peso e comprimento para veículos em trânsito livre. De acordo com o CONTRAN a largura e altura máxima devem ser de 2,60 m e 4,40 m, respectivamente. O comprimento máximo para veículos articulados é de 19,80 m e veículos não articulados é de 15 m. Utilizando esses parâmetros e as características de tráfego, o DNIT (2005) descreve cinco tipos básicos de veículos de projeto designados pela *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

Quadro 1 – Tipos de veículo

VP	Representa os veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares
CO	Representa os veículos comerciais rígidos, não articulados. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas.
O	Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Entre estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, bem como caminhões longos
SR	Representa os veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semi-reboque.
RE	Representa os veículos comerciais com reboque.

Fonte: DNIT (2005)

3.4.5 Volume médio diário

O Volume Médio Diário (VMD) é um dos principais parâmetros utilizados na caracterização do tráfego rodoviário e desempenha papel fundamental no processo de planejamento, projeto e operação das rodovias. De acordo com o DNIT (2006), o VMD corresponde à média do número de veículos que trafegam por um determinado ponto da rodovia ao longo de 24 horas, calculada a partir da contagem realizada durante um período representativo. Esse indicador é amplamente empregado para classificar rodovias, dimensionar elementos geométricos e avaliar o nível de serviço da via.

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, o VMD deve ser determinado levando em consideração variações sazonais, diferenças entre dias úteis e finais de semana, além da composição do tráfego por tipo de veículo. A correta determinação desse valor é essencial, pois ele influencia diretamente a escolha da classe da rodovia, o dimensionamento

da seção transversal e o projeto de interseções, faixas adicionais e dispositivos de segurança (DNIT, 2006).

Além disso, o VMD é utilizado na identificação de possíveis pontos críticos da via, indicando trechos onde o fluxo elevado aumenta a probabilidade de conflitos e a necessidade de melhorias na infraestrutura. O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNIT, 1999) destaca que vias com VMD elevado devem receber atenção especial quanto ao dimensionamento das faixas de tráfego, acostamentos e faixas de mudança de velocidade, garantindo condições adequadas de segurança e capacidade operacional.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva com uma abordagem desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico e estudo de caso. Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura técnica relacionada ao tema, contemplando trabalhos acadêmicos, livros e as normas técnicas vigentes relacionadas a projetos geométricos de rodovias.

O estudo teve como base a análise de manuais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, com destaque para o Manual de projeto de interseções, que orienta o dimensionamento e a implantação das faixas de mudança de velocidade em interseções rodoviárias.

A metodologia empregada compreenderá a revisão bibliográfica pertinente, a análise visual e fotográfica do trecho em questão, a verificação das velocidades operacionais e de projeto, e, em sua etapa crucial, o dimensionamento técnico das faixas de mudança de velocidade conforme os parâmetros estabelecidos pelo DNIT. Para a elaboração do projeto conceitual das melhorias propostas, será utilizado o software Autodesk Civil 3D. Esta ferramenta de projeto de Engenharia Civil permitirá a criação de um modelo tridimensional detalhado da rodovia, facilitando a visualização das intervenções propostas, a análise das novas configurações geométricas e a otimização do traçado.

4.1 Local de estudo

O município de Angicos está localizado na região Central do estado do Rio Grande do Norte, integrando a microrregião do Sertão Central Cabugi. Situa-se aproximadamente a 170 km de Natal, capital do estado, e possui posição estratégica por estar entre importantes eixos

rodoviários que conectam o interior potiguar ao litoral. Angicos faz limite territorial com os municípios de Afonso Bezerra, Ipanguaçu, Itajá, Lajes, Fernando Pedroza, Pedro Avelino e Santana do Matos. Segundo dados do IBGE sua população é de 11.632 habitantes, Angicos destaca-se também por sua relevância histórica, sendo a cidade onde o educador Paulo Freire implantou o projeto de alfabetização de adultos, conhecido mundialmente como “As 40 horas de Angicos”.

A interseção estudada está localizada na BR-304, uma das principais rodovias federais em território potiguar, que exerce papel fundamental na integração logística do estado e na conexão entre importantes centros urbanos do Nordeste, interligando os estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Dentre os principais municípios “cortantes” pela via, estão as cidades de Mossoró/RN e Natal/RN, passando por Assú, Lajes e Macaíba, sendo um dos maiores corredores de transporte do estado conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Município de Angicos e Extensão da BR 304



Fonte: Autoria própria

O trecho em estudo corresponde a uma interseção canalizada em “T” entre a BR 304 e a RN 263, que dá acesso à cidade de Angicos/RN, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Interseção entre a BR 304 e a RN 263



Fonte: Autoria própria

4.2 Normas e manuais que subsidiaram o desenvolvimento do projeto

A literatura técnica consultada que subsidiou a elaboração do projeto geométrico proposto da interseção e pesquisa, foram o Manual de Projeto de Interseções, Manual de Estudos de Tráfego e o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais. Tais fontes apresentam as regulamentações e recomendações necessárias para o desenvolvimento do referido equipamento, em vias federais. O não cumprimento das exigências técnicas indicadas nesses matérias, resulta em uma concepção de um desenho irregular da interseção, bem como na construção de um acesso inadequado, consequentemente, elevando o risco aos usuários.

4.3 Equipamentos e programas computacionais utilizados

Para o levantamento de dados georreferenciais, foi utilizado um GPS portátil de marca GARMIM, modelo MAP 78s, conforme mostra a Figura 5. Este dispositivo foi usado em razão da indisponibilidade de equipamentos topográficos mais precisos no momento da pesquisa.

Figura 5 – GPS



Fonte: Autoria própria

Para o registro fotográfico foi utilizado o Drone Dji Mavic 3 Classic conforme a Figura 6 mostra, disponibilizado pela UFERSA, com ele pudemos fazer imagens aéreas e ter uma visão superior da interseção em estudo.

Figura 6 – Drone Dji Mavic 3 Classic



Fonte: Autoria própria

Para o desenvolvimento do projeto geométrico do trecho, foi utilizado o software Civil 3D, um software de projeto e documentação para Engenharia Civil que oferece suporte à metodologia Building Information Modeling (BIM), o Civil 3D é focado especificamente na criação e gestão de projetos de infraestrutura, permitindo a modelagem de projetos de forma inteligente e automatizada, e não apenas o desenho de linhas.

4.4 Coleta de dados

A coleta ocorreu entre os dias 09 e 16 de outubro de 2025, sendo registradas medições, fotografias e imagens do local. Para o entendimento das características locais, foram realizadas visitas à interseção localizada entre a BR 304 e a RN 263 que dá acesso à cidade de Angicos/RN, com o objetivo de verificar se os elementos geométricos existentes estão em conformidade com a literatura técnica vigente, especialmente no que se refere às faixas de aceleração e desaceleração, bem como o levantamento georreferencial do trecho.

Após a coleta foram extraídos os dados do GPS para o computador, onde obtivemos 64 pontos georreferenciados e com a ajuda do bloco de notas esses dados foram reorganizados para que apenas as coordenadas constassem no arquivo. Após isso, foram importados para o software CIVIL 3D 2024 Brasil, para que fosse feito o desenho geométrico real da interseção que está sendo analisada.

4.5 Desenvolvimento do projeto geométrico

Foi dada ênfase às faixas de giro à direita, nas quais o acesso à via secundária ocorre diretamente pela faixa principal de tráfego da rodovia. Essa configuração obriga o condutor a realizar as manobras de desaceleração e aceleração sobre a própria faixa de rolamento, o que pode ocasionar riscos de colisões traseiras e, conseqüentemente, reduzir o nível de serviço do trecho.

Para o dimensionamento das faixas de mudança de velocidade, é indispensável dispor de informações fundamentais, como a velocidade de projeto da rodovia principal (BR 304), para o trecho analisado e a velocidade de segurança adotada para execução da curva de acesso a RN 263.

Com base nas informações obtidas na sinalização vertical da rodovia, considerou-se uma velocidade diretriz de 80 km/h para a rodovia principal, valor utilizado como referência para o desenvolvimento do projeto geométrico e foi adotado uma velocidade de segurança de 20 km/h para a realização da manobra de giro.

De acordo com o Manual de Projeto de Interseções, para essas velocidades, as faixas de aceleração devem possuir comprimento mínimo de 210 metros, enquanto as faixas de desaceleração devem ter 125 metros, sendo que ambas possuem um taper de 70 metros para a transição.

Assim, foi elaborado o projeto geométrico das faixas de mudança de velocidade, conforme o que preconiza os órgãos do setor. Tal projeto foi desenvolvido a partir do alinhamento principal da rodovia, previamente definido com base nos pontos georreferenciados coletados em campo. Utilizou-se o comando de alinhamento para representar o eixo da rodovia principal, hachuras para definir as cores das faixas contínuas e em seguida foram criadas linhas correspondentes aos eixos das faixas de aceleração e desaceleração. Feito os alinhamentos foi usado a função de modelagem e feita a extrusão dos elementos para que fosse criada a vista em 3D.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados coletados e analisados da interseção, e, com base no que preconiza as normas do DNIT obtivemos os seguintes resultados.

Segundo a sinalização vertical a rodovia possui uma velocidade diretriz de 80 km/h e esse trecho está no km 148 da rodovia federal, como mostram as Figuras 7 e 8. Com base na planilha de contagem volumétrica do DNIT de fevereiro de 2024, que apresenta os valores de

VMD por trecho operacional, verifica-se que o segmento em análise apresenta um VMD de 2.916,04 veículos.

Figuras 7 – Velocidade máxima permitida



Fonte: Autoria própria.

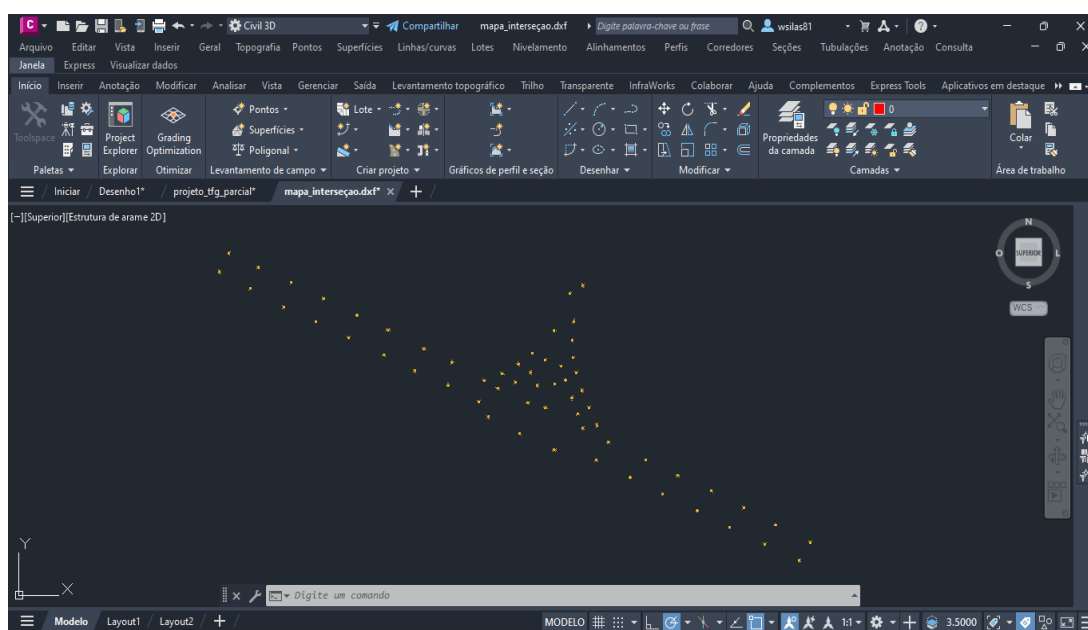
Figura 8 - Km 148 - BR 304.



Fonte: Autoria própria.

Após a etapa de coleta em campo, os dados obtidos por meio do GPS foram importados para o software Autodesk Civil 3D, onde foi elaborado o desenho geométrico real da interseção em estudo. A Figura 9 representa os pontos georreferenciados que correspondem à configuração existente da interseção entre a BR-304 e a RN-263, possibilitando a análise precisa dos elementos geométricos e a comparação com os parâmetros estabelecidos pelo DNIT (2005).

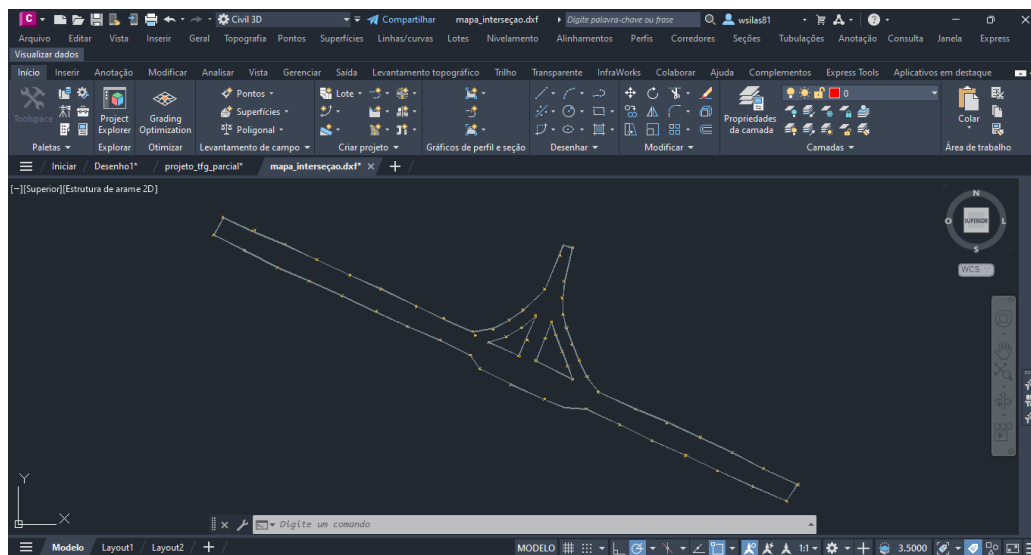
Figura 9 – Pontos coletados



Fonte: Autoria própria

Utilizando o comando Polilinha no software, os pontos georreferenciados foram interligados, possibilitando a visualização da geometria real da interseção. A Figura 10 apresenta o traçado resultante, no qual é possível identificar com clareza os alinhamentos e curvas que compõem a interseção, evidenciando as características geométricas existentes no local.

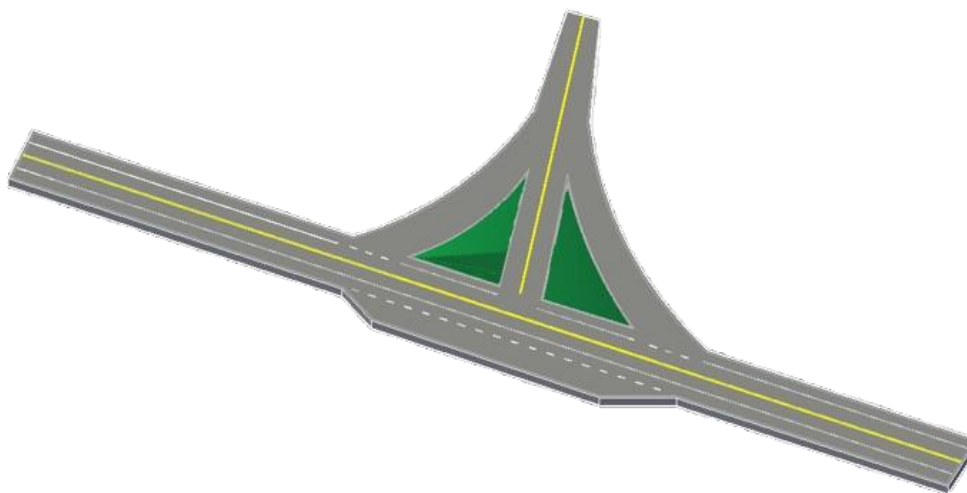
Figura 10 – Desenho parcial.



Fonte: Autoria própria

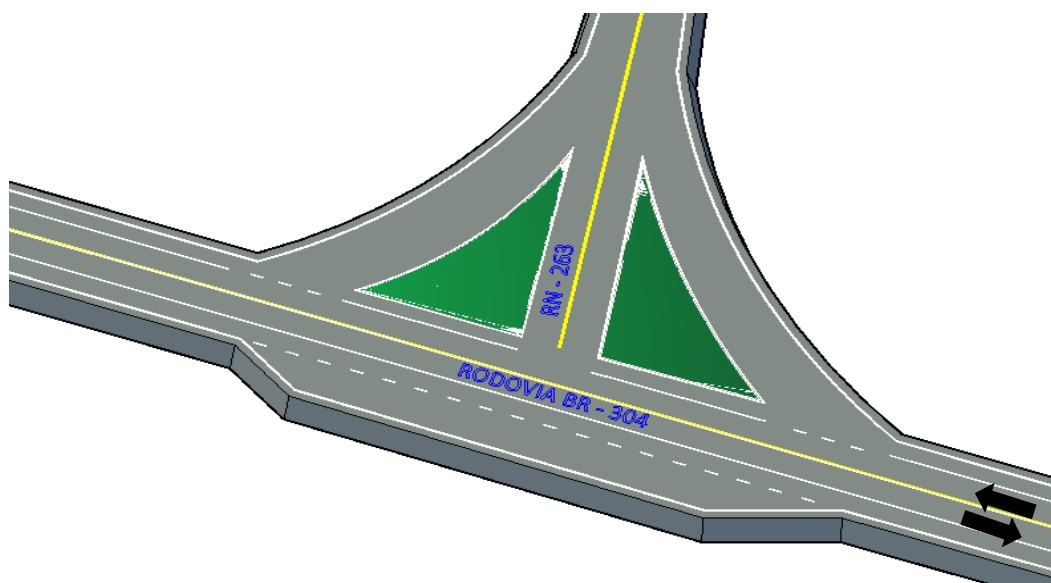
Após a elaboração da configuração geométrica atual do trecho, apresentado nas Figura 11 e 12, observa-se que o acesso não dispõe de faixas de mudança de velocidade, contrariando as recomendações estabelecidas pelo Manual de Projeto de Interseções (2005), que orienta a implantação dessas faixas como medida de segurança e fluidez do tráfego.

Figura 11 – Projeção atual no Civil 3d



Fonte: Autoria própria

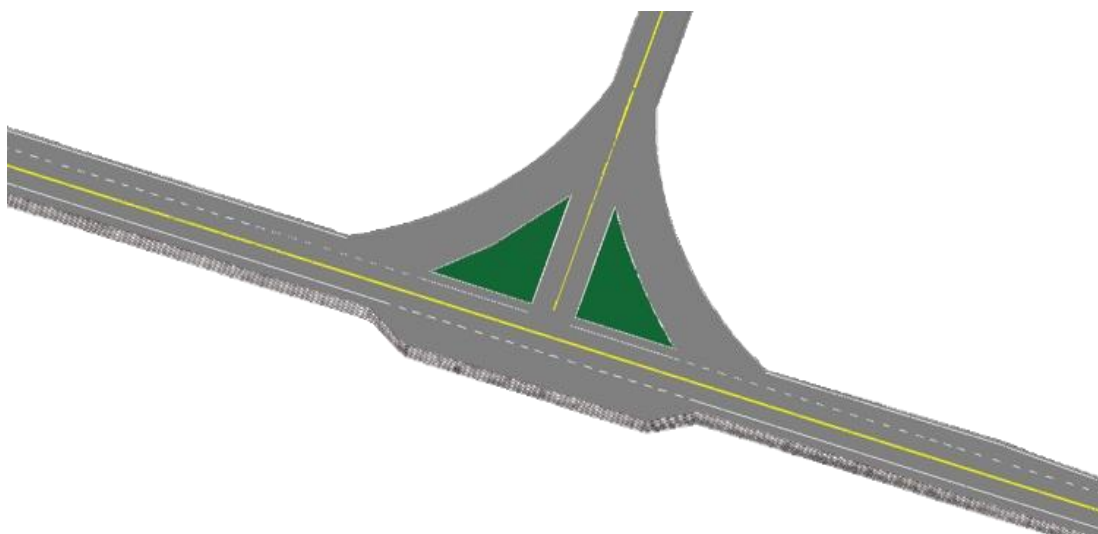
Figura 12 – Acesso direto da faixa de rolamento principal



Fonte: Autoria própria

Entretanto, em obediência as normas vigentes, bem como considerando todos os parâmetros técnicos para o desenvolvimento de um projeto geométrico de interseção canalizada em “T”, obteve-se o desenho de tal trecho. A Figura 13 apresenta o traçado proposto das faixas de mudança de velocidade, projetadas de forma a proporcionar maior segurança nas manobras de entrada e saída e a melhorar o nível de serviço do trecho analisado.

Figura 13 – Projeção com as faixas de mudança de velocidade

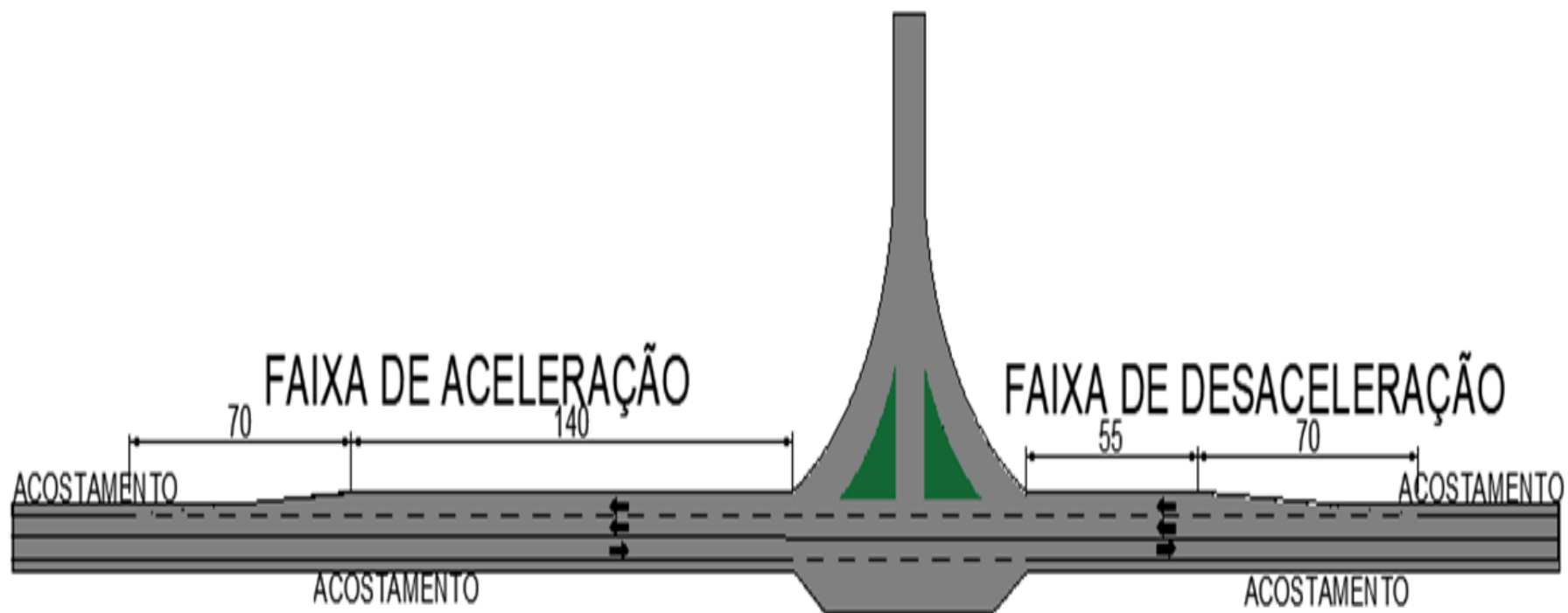


Fonte: Autoria própria

O projeto apresentado na Figura 14 apresenta um demonstrativo simplificado, porém didático, da configuração proposta para a interseção entre a BR-304 e a RN-263 após a

implantação das faixas de mudança de velocidade. O desenho ilustra de forma objetiva a organização do tráfego de entrada e saída, bem como a adequação geométrica decorrente das melhorias projetadas.

Figura 14 – Acesso com as faixas de mudança de velocidade



Fonte: Autoria própria

Ao analisar a figura, observa-se a presença de faixas de mudança de velocidade tanto na entrada com 125m de comprimento, quanto na saída do entroncamento apresentando 210m de comprimento, ambas possuem um taper de 70m e largura de 3,5m. Esse dispositivo viário tem como objetivo proporcionar maior segurança operacional, permitindo que os veículos realizem as manobras de aceleração e desaceleração de forma mais eficiente e com menor interferência no fluxo principal da rodovia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência das faixas de mudança de velocidade, compromete significativamente a segurança e a funcionalidade operacional da interseção. De acordo com o Manual de Projeto de Interseções (DNIT, 2005), esses elementos têm a função de permitir que os veículos reduzam ou retomem a velocidade gradualmente, sem interferir no fluxo principal da rodovia. Quando inexistentes, como observado no acesso entre a BR-304 e a RN-263, os veículos que realizam manobras de conversão ou de entrada são obrigados a alterar a velocidade diretamente sobre a faixa de tráfego principal, o que eleva o risco de colisões traseiras e laterais.

Além do aspecto de segurança, essa deficiência geométrica também afeta o nível de serviço da rodovia, reduzindo a fluidez e a eficiência da circulação, principalmente em horários de maior volume de tráfego. Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNIT, 1999), a ausência de dispositivos adequados de transição pode gerar pontos de conflito e manobras bruscas, que comprometem o conforto dos condutores e aumentam a probabilidade de acidentes.

Tais medidas levam em consideração o número de veículos do tipo CO que nos últimos anos tem aumentando consideravelmente na cidade de Angicos decorrente da instalação de novas empresas e do crescimento das atividades da UFERSA, contribuindo para o aumento do fluxo de veículos, justificando a adoção de intervenções específicas no trecho estudado. Um fato que reforça ainda mais a adoção dessas medidas é a recente informação de que a BR-304 encontra-se em processo de licitação para a execução de sua duplicação ao longo de toda a extensão.

Dessa forma, recomenda-se a implantação de faixas de desaceleração para acessar a cidade de Angicos pela RN 263 e de faixas de aceleração para a saída, com dimensões adequadas à velocidade diretriz da rodovia. Essas faixas devem apresentar largura mínima de 3,50 m e um acostamento de 0,60 m, comprimento suficiente para garantir a transição segura, conforme os critérios estabelecidos pelo DNIT (2005).

A adoção dessas melhorias geométricas contribuirá para reduzir os conflitos de tráfego, aumentar a segurança dos usuários e melhorar o desempenho operacional do trecho, adequando-o aos padrões técnicos exigidos para rodovias federais.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. A policy on geometric design of highways and streets. Washington, D.C.: AASHTO, 1994.

ARAUJO, M.P. Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BARROS, J. S.; GONÇALVES, L. B. **Análise de projetos de interseções rodoviárias em trechos de serra**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto de interseções**. 2.ed. - Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). *Manual de Estudos de Tráfego*. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

DNER. Manual para Projeto Geométrico de Rodovias Rurais. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Rio de Janeiro, 1999.

DNIT. Fatores VMD e UPE por trecho: atualização 14/02/2024. Brasília: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/planilha_f_upe_snv_14-02-2024.pdf. Acesso em: 14 set. 2025.

CUNHA, A.L. S. et al. Projeto de acesso à Portaria 5 do Campus Santa Mônica da UFU. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Pesquisa CNT de rodovias 2021. 2021. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 03 dez 2025.

DE SENÇO, Wlastermiller. **Manual de técnicas de projetos rodoviários**. Pini, 2008.

GARCÍA, D. S. P. et al. Manual de projeto de rodovias do Projeto Ponto de Partida 2024/1. 2024.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/angicos.html> Acesso em 07 dez 2025.

MACIEL, F. K. P. et al. EFICIÊNCIA E SEGURANÇA EM RODOVIAS: O IMPACTO DO PROJETO GEOMÉTRICO NA INFRAESTRUTURA VIÁRIA. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC)**, v. 20, 2024.

NETO, W. de A. P.; WIDMER, J. A. Compatibilidade das faixas de mudança de velocidade para o tráfego de veículos pesados em rodovias brasileiras. **Transportes**, v. 16, n. 2, 2008.

PARISI, L. Infraestrutura de transportes e o impacto socioeconômico causado no Brasil. 2021.

PONTES FILHO, G. **Estradas de rodagem: projeto geométrico**. 1998.

RUIZ-PADILLO, A. et al. **Projeto Geométrico de Rodovias**. Santa Maria: UFSM, Centro de Tecnologia, Laboratório de Mobilidade e Logística, 2023. E-book.

TRINDADE, Desembargador LOURIVAL ALMEIDA. RESOLVE.

VICENTINI, D. et al. PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS. **Curitiba Universidade Federal do Paraná**, 2019.