



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

VICTOR DE AGUIAR BALDÃO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE TRECHO DA BR-242
ENTRE GURUPI E PEIXE - TO**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

VICTOR DE AGUIAR BALDÃO

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE TRECHO DA BR-242
ENTRE GURUPI E PEIXE - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, *Campus Gurupi*.

Orientador: ME Clerson Dalvani Reis

B175a Baldão, Victor de Aguiar
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE
TRECHO DÁBR-242 ENTRE GURUPI E PEIXE - TO / Victor de
Aguiar Baldão. – Gurupi, TO, 2021.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Gurupi, Gurupi, TO, 2021.

Orientador: Me. Clerson Dalvani Reis

1. Rodovia. 2. Geometria. 3. Logística. I. Reis, Clerson Dalvani. II.
Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

VICTOR DE AGUIAR BALDÃO

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE TRECHO DABR-242 ENTRE GURUPI E PEIXE - TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins – Campus Gurupi, como exigência à obtenção do grau.

Aprovado em: 09 / 12 / 2021

BANCA AVALIADORA

Orientador: Me. Clerson Dalvani Reis

IFTO - *Campus* Gurupi

Me. Kárita Christina Soares Kanaiama Alves

IFTO - *Campus* Gurupi

Me Edivaldo Alves dos Santos

IFTO - *Campus* Gurupi



Documento assinado eletronicamente por **Clerson Dalvani Reis, Servidor**, em 10/12/2021, às 16:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karita Christina Soares Kanaïama Alves, Servidor**, em 10/12/2021, às 17:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edivaldo Alves dos Santos, Servidor**, em 14/12/2021, às 09:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1471434** e o código CRC **877B03D3**.

Alameda Madrid, 545, — CEP 77410-470, Gurupi/TO — (63) 3311-5400
portal.ifto.edu.br — reitoria@ifto.edu.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Superlargura	
Figura 2 - Superelevação	16
Figura 3 - linhas de desejo	17
Figura 4 - Nomenclatura, rodovias radiais	20
Figura 5 - Nomenclatura, rodovias longitudinais	20
Figura 6 - Nomenclatura, rodovias transversais	21
Figura 7 - Nomenclatura, rodovias diagonais	21
Figura 8 - Localização da BR-242/TO	27
Figura 9 - pontos GPS	37
Figura 10 - acostamento situação 1	38
Figura 11 - acostamento situação 2	38

LISTA QUADROS

Quadro 1 - Característica técnica DERTINS	30
Quadro 2 - classificação rodovias	31
Quadro 3 - Velocidade diretriz para projeto	32
Quadro 4 - relação velocidade x coeficiente de atrito transversal	33
Quadro 5 - relação velocidade x elevação máxima	33
Quadro 6 - rampa máxima de projeto	33
Quadro 7 - largura faixa de rolamento	34
Quadro 8 - largura acostamento	35
Quadro 9 – classificação III DNIT	36
Quadro 10 - aspectos rodovia classe III	37
Quadro 11 - dados atuais BR-242	37
Quadro 12 - comparação rodovia DNIT X projeto DERTINS	39

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	PROBLEMA DE PESQUISA	11
3.	JUSTIFICATIVA	11
4.	OBJETIVOS	12
4.1.	Objetivos Gerais	12
4.2.	Objetivos Específicos	12
5.	REVISÃO DE LITERATURA	12
5.1.	Rodovias	12
5.2.	Projeto Geométrico	13
5.3.	Projeto executivo	13
5.4.	Geometria da Via	14
5.4.1.	Alinhamento horizontal	15
5.4.2.	Raios mínimos de curvatura	15
5.4.3.	Superlargura	15
5.4.4.	Superelevação	16
5.4.5.	Acostamento	16
5.4.6.	Alinhamento horizontal e vertical	16
5.4.7.	Faixa de rolamento	16
5.4.8.	Pista de rolamento	17
5.4.9.	Rampa	17
5.5.	Classificação funcional	17
5.5.1.	Áreas urbanas e rurais	18
5.5.2.	Sistemas funcionais	18
5.6.	Nomenclatura rodovias	19
5.6.1.	Rodovias radiais	19
5.6.2.	Rodovias longitudinais	20
5.6.3.	Rodovias transversais	20
5.6.4.	Rodovias diagonais	21
5.6.5.	Rodovias de ligação	21
5.7.	Níveis de serviço	22
5.8.	Classes rodovias	22
5.9.	Jurisdições de rodovias federais	24
5.10.	Impacto socioeconômico e suas consequências	24
5.11.	Investimento em rodovias	25
5.12.	Condições das rodovias no Brasil	26
5.13.	BR-242	26

6.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
6.1.	 Materiais e equipamentos utilizados	28
6.2.	 Parâmetro de pesquisa	28
6.3.	 Parâmetro para análise de dados	28
7.	RESULTADO E DISCUSSÕES	29
7.1.	 Caracterização da via existente	29
7.2.	 Análise projeto de execução BR - 242 / TO – 280 DERTINS	29
7.3.	 Análise da rodovia caso fosse executada hoje pelo DNIT	30
	7.3.1. Escolha da classe da via	31
	7.3.2. Velocidade diretriz	32
	7.3.3. Raio mínimo de curvatura horizontal	32
	7.3.4. Rampa máxima	33
	7.3.5. Largura das faixas de rolamento	34
	7.3.6. Largura dos acostamentos	35
	7.3.7. Classe III manual DNER	36
7.4.	 Análise da rodovia atualmente	37
7.5.	 Resposta DNIT as condições da via	40
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
9.	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	41
10.	REFERÊNCIAS	41

RESUMO

As rodovias desempenham um papel muito importante no desenvolvimento de qualquer país, cumprindo funções como canal para o escoamento da produção nacional e como meio de ligação entre cidades e estados. No Brasil as vias têm uma grande importância nacional, sendo o principal modal de transporte, responsável pelo escoamento de pelo menos 65% de todas as cargas do país, (CNT, 2016). Logo, uma rodovia em boas condições traz grandes benefícios, como redução dos custos de transporte, economia nos gastos públicos com acidentes de trânsito e até economia de combustíveis fósseis, que afetam nosso meio ambiente. O presente trabalho reuniu dados geométricos da BR-242/TO-280, como largura das faixas de rolamento, largura dos acostamentos, rampas máximas e raio mínimo de curvatura. Foram coletados os dados originais de execução da TO-280 pelo DERTINS na década de 1990, os dados atuais de execução de uma rodovia de tal classificação junto ao DNIT no manual de projetos geométricos de rodovias rurais (DNER, 1999) e dados coletados em campo em 2021. Após todas as coletas, foi realizada uma análise comparativa entre eles para verificar a conformidade da BR-242, anteriormente denominada e executada como TO-280. Após a análise, concluiu-se que a via não está de acordo com as normas do DNIT para rodovias federais, sendo o principal problema o desacordo no tamanho dos acostamentos, já que a ordem em projeto do DERTINS foram estipulados 1,3 metros, no manual de projeto geométrico do DNIT e delimitado como 2,5 metros e atualmente se apresenta com 1,27 metros.

Palavras chave: Rodovia. Geometria. Logística.

ABSTRACT

Highways play a very important role in the development of any country, fulfilling functions as a channel for the flow of national production and as a means of connecting cities and states. In Brazil, roads are of great national importance, being the main mode of transport, responsible for the flow of at least 65% of all cargo in the country (CNT, 2016). Therefore, a highway in good condition brings great benefits, such as reduced transport costs, savings in public spending on traffic accidents and even savings on fossil fuels, which affect our environment. The present work gathered geometric data from BR-242/TO-280, such as roadway width, shoulder width, maximum ramps and minimum bending radius. Original TO-280 execution data were collected by DERTINS in the 1990s, current execution data for a road of such classification from the DNIT in the rural road geometric design manual (DNER, 1999) and data collected in the field in 2021. After all collections, a comparative analysis was performed between them to verify the compliance of BR-242, formerly named and executed as TO-280. After the analysis, it was concluded that the road does not comply with DNIT norms for federal highways, the main problem being the disagreement in the size of the shoulders, since the order in the DERTINS project stipulated 1.3 meters, in the DNIT's geometric design manual is delimited as 2.5 meters and currently stands at 1.27 meters.

Keywords: Highway. Geometry. Logistics.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de matéria-prima do mundo, e sua precária infraestrutura de transporte é uma das principais necessidades do país, afetando diretamente o escoamento de produtos e transporte público, e o problema é agravado pela dimensão continental do país e do sistema viário, o principal sistema logístico do país.

Além de ser um dos meios menos eficientes de transporte para o país, também é um dos mais onerosos e perigosos, intensificado pela má qualidade das rodovias brasileiras. O que gera grandes custos sociais e econômicos relacionados a despesas com medicamentos, tratamento de acidentes e perdas de produtividade. De acordo com Observatório Nacional de Segurança Viária, cerca de 36 bilhões de reais são gastos ao ano com acidentes.

O número de acidentes numa rodovia é relacionado com o comportamento e desempenho dos motoristas, influenciado por fatores humanos, características físicas da via, tráfego, veículos e fatores ambientais (Santos, 1998). Porém, não são os únicos elementos a serem considerados, para SAMPEDRO (2010) há uma tendência de se considerar apenas aspectos ligados ao fator humano para ocorrências de acidentes de trânsito, sem considerar outros elementos relacionados à via ou veículo, o que potencializa falhas humanas. As características e condições da via criam situações que podem induzir o motorista ao erro.

As características geométricas afetam de diferentes formas as condições de segurança da via, influenciando na habilidade de controle do veículo, na identificação de situações perigosas como possíveis veículos desgovernados, e na atenção do condutor. Também estão diretamente ligados ao conforto na direção como apresentar curvas com superelevação ou na segurança tendo um acostamento mais largo possibilitando uma área de fuga em caso de emergências.

A sinalização rodoviária também desempenha um papel importante na segurança e conforto do tráfego rodoviário, composta por elementos horizontais (linhas de marcação, faixas, símbolos e legendas no pavimento), elementos verticais (sinais e placas) e elementos auxiliares (reflexos e semáforos) funcionando como um elo entre o motorista e a estrada, a principal função é fornecer informações e orientações a qualquer hora do dia.

Entretanto, observa-se que a aplicação da sinalização é, tradicionalmente, feita com base em diretrizes contidas em manuais técnicos cujo conteúdo abrange de modo pragmático, apenas casos genéricos de aplicação e dimensionamento. Estas características abrem espaço a interpretações diversas, que resultam em aplicações erráticas da sinalização, a critério do projetista ou do executor (FUJI, 2017).

A rodovia em análise foi executada na década de 90 como Rodovia TO-280 pelo Departamento de Estradas e Rodagens do Tocantins — DERTINS com normas específicas deste órgão e hoje está identificada como BR-242 sob o domínio do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes — DNIT que possui e utiliza outras normas para a geometria de uma rodovia.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

A rodovia BR-242, trecho entre Gurupi e Peixe do estado do Tocantins, executada em 1990 com projeto adequado para a realidade existente na época, encontra-se hoje com parâmetros geométricos adequados à realidade atual e aos parâmetros atuais de dimensionamento do DNIT?

Em quais aspectos o trecho avaliado encontra-se em desacordo com as normas vigentes e quais os riscos aos seus usuários?

3. JUSTIFICATIVA

A utilização de uma rodovia em boas condições gera grandes vantagens, como um menor consumo de combustível e desgaste do veículo, maior segurança aos usuários e menor taxa de acidentes. A identificação de rodovias em estado de funcionamento ruim é de suma importância para um planejamento adequado de manutenção, conservação e reforma, trazendo a longo prazo economia para o governo.

Esta pesquisa analisou o estado atual da rodovia federal BR-242, em um trecho específico de 5 km, entre Gurupi e Peixe, identificando desacordos entre os parâmetros obtidos do projeto de execução do estado na década de 90, com os exigidos pelo DNIT atualmente, depois da transferência de responsabilidade da via para o governo federal.

Diante do apresentado, o tema pesquisado se torna justificado e necessário.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivos Gerais

Este trabalho visa verificar um trecho representativo de rodovia executada pelo estado em 1990 e sobre a regulamentação técnica estadual, concedida à malha rodoviária federal, sob regulamentação do DNIT.

4.2. Objetivos Específicos

- Analisar o projeto de geometria da via executada na década de 1990 comparando com as normas atuais do DNIT.
- Verificar se há previsão de adequação da via para atendimento das normas vigentes.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Rodovias

De acordo com DNIT (2006), o conceito de rodovias é compreendido como a ligação viária entre duas cidades, submetendo-se que seus extremos se situam nos limites da área urbana e se conectam com as extremidades do sistema viário urbano pavimentado. Construídas desde o século XIX para substituir estradas anteriormente usadas por carruagens. Inicialmente, foram construídos nos países mais desenvolvidos, mas com a indústria automotiva no século XX, foram rapidamente utilizados para garantir a segurança e velocidade do tráfego.

As estradas pavimentadas permitem um acesso rápido e barato de pessoas e mercadorias a pontos distintos de uma nação, e indiscutível a sua utilidade para indivíduos, sociedade e economia em qualquer período da história, sendo hoje um dos meios principais e mais comuns de transporte terrestre para longas e médias distâncias.

Sendo um caminho público, as rodovias são construídas de acordo com requisitos técnicos, destinado ao tráfego de veículos fora do perímetro urbano. No uso

contemporâneo, a palavra rodovia tem o sinônimo de autoestrada ou autopista, podendo ser ou não pavimentada, de pista simples ou mais pistas, para veículos de alta velocidade, normalmente sendo muito utilizadas por veículos de carga ((Centro De Ensino e Pesquisa Aplicada, 1999).

5.2. Projeto Geométrico

O estudo e definições de todo o detalhamento dos aspectos geométricos de uma via, nesta fase de projeto básico, é elaborado a partir dos estudos topográficos realizados segundo o que dispõe a instrução de serviço IS-204: estudos topográficos para projetos básicos de engenharia, (DNIT, 2010).

As características geométricas mínimas do projeto geométrico, serão norteadas pelos estudos de tráfego, e deverão atender as recomendações do manual de projeto geométrico de rodovias rurais (DNER, 1999).

Este tem por objetivo avaliar as alternativas que se apresentem quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, de modo a ajustar, entre outras, as necessidades de empréstimos e bota-foras com disponibilidade de áreas para tal, levando ainda em conta os planos de urbanização e paisagismo existentes ou planejados, para mútua compatibilização, além da proteção ao meio ambiente.

5.3. Projeto executivo

Projeto executivo de engenharia é um conjunto de estudos e projetos que devem ser elaborados, necessários e suficientes para a execução de um complexo de obras de engenharia, de acordo com as normas pertinentes do DNIT da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, procedimentos e sistemas estabelecidos nos documentos do Banco Internacional de Desenvolvimento - BID.

O projeto geométrico, nesta fase de projeto executivo, foi elaborado a partir dos estudos topográficos realizados segundo o que dispõe as instruções de serviço IS-205: estudos topográficos para projetos executivos de engenharia.

A terraplenagem, nesta fase, constituir-se-á de: cálculo de cubação do movimento de terra, com a classificação dos materiais escavados constituição dos aterros, indicando a origem dos materiais a serem empregados nas diversas camadas e grau da compactação a ser observado. No caso de aterros sobre solos moles

considerar a solução aprovada pelo DNIT, 2019; e cálculo das distâncias de transporte; detalhes das seções transversais-tipo e soluções particulares de inclinação de taludes, alargamento de cortes, esplanadas, fundações de aterro.

Emissão das notas de serviço de terraplenagem. As notas de serviços de terraplenagem e as planilhas do cálculo dos volumes devem ser apresentadas conforme estimativa de volumes quantificados.

Os procedimentos metodológicos para a realização destas atividades estão expostos no Manual de Implantação Básica do DNER, 1996.

5.4. Geometria da Via

Na característica geometria da via, são coletadas as variáveis associadas ao projeto geométrico da rodovia, sendo diretamente relacionado à distância de visibilidade e à velocidade máxima que pode ser percorrida pelo motorista. Os princípios da segurança e do conforto do usuário são elementos essenciais a serem considerados durante a elaboração de um projeto de rodovias (CNT, 2019).

Dentre os fatores principais que influenciam na geometria temos o relevo, condições geológicas e geotécnicas, condições hidrológicas, impactos ambientais, volumes de terraplanagem e distância de transporte, construções especiais e interferência em outras obras. (DNER, 1999).

As características geométricas da via, são avaliadas a categoria de rodovia (pista simples ou dupla), a presença de faixa adicional de subida (terceira faixa), de pontes, de viadutos, de curvas perigosas e de acostamento.

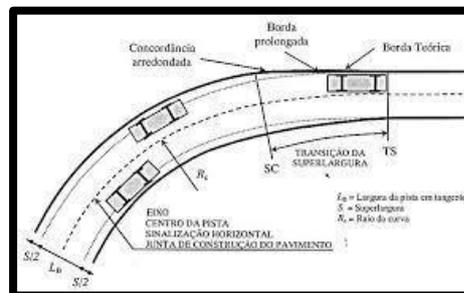
O principal problema das piores ligações rodoviárias do Brasil está relacionado à geometria da via. No total, 85,3% da extensão conjunta dos 15 trechos analisados no estudo Rodovias Esquecidas do Brasil — Transporte Rodoviário recebeu classificação regular, ruim ou péssimo pela Pesquisa CNT de Rodovias entre 2004 e 2017. O levantamento foi divulgado pela CNT (Confederação Nacional do Transporte) no dia 28 de março.

5.4.1. Elementos geométricos

- Alinhamento horizontal: Os traçados devem ser considerados como entidades tridimensionais contínuas, de efluentes e gradativas mudanças de direção;

- Raios mínimos de curvatura: São os menores raios de curvas que podem ser percorridos com a velocidade diretriz e a taxa de superelevação, em condições aceitáveis de segurança e conforto;
- Superlargura: A largura de uma pista é definida em função da largura máxima dos veículos que a utilizam e de suas velocidades. E quando um veículo é rígido e não consegue acompanhar a largura normal de curvatura da pista é necessário um aumento dessas dimensões para se manter a distância mínima entre veículos que exista no trecho em tangente, conforme figura 1;

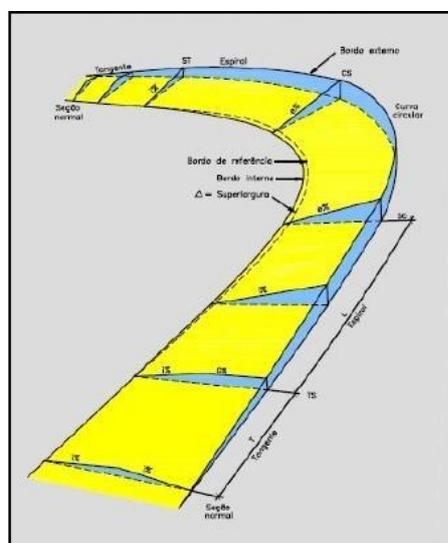
Figura 1 - Superlargura



Fonte: DNER, (1999)

- Superelevação: Dá-se o nome de superelevação em um ponto da curva ao valor da tangente do ângulo formado pela reta de maior declividade da seção com o plano horizontal, usualmente expressada em porcentagem, conforme apresentado na Figura 2;

Figura 2 - Superelevação



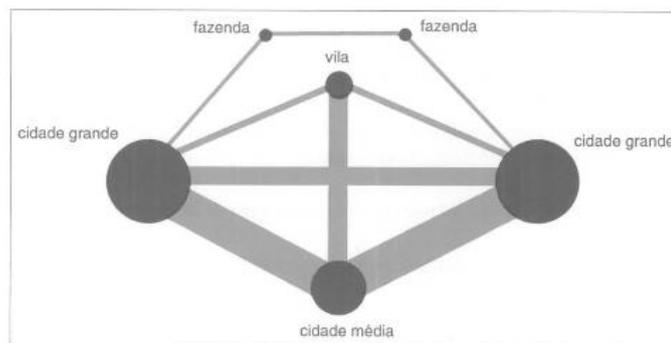
Fonte: DNER, (1999)

- Acostamento: Acostamentos são faixas laterais, construídas em ambos os lados da pista, que tem como objetivos aumentar a segurança da via, proporcionar área de parada, em caso de emergências e aumentar a capacidade da rodovia, (DNIT, 2010);
- Alinhamento horizontal e vertical: Projeção do eixo da rodovia no plano horizontal. Determina o traçado em planta e o percurso da rodovia, Greide da rodovia, com suas características altimétricas;
- Faixa de rolamento: Faixa longitudinal da pista, designada e projetada para uma fila de veículos em movimento contínuo, segunda o manual do (DNER, 1999), a largura da faixa de rolamento é obtida adicionando a largura do veículo de projeto a largura de uma faixa de segurança em função da velocidade diretriz e do nível de conforto de viagem. Os valores recomendados para pistas pavimentadas se situam entre 3,00 metros e 3,60 metros;
- Pista de rolamento: Área da plataforma, destinada à circulação de veículos em movimento contínuo;
- Rampa: Declividade longitudinal do greide da pista ou plataforma. Seu valor normalmente é dado pela tangente do ângulo formado com o plano horizontal, conforme o manual do Departamento Nacional de Estradas e Rodagens, as rampas máximas têm características de cada classe de via que devem proporcionar um padrão, global, físico e operacional a rodovia, a principal limitação de rampas mais suaves são o grande acréscimo econômico ao valor final da obra. Rampas máximas objetivam estabelecer um equilíbrio entre o fator econômico e operacional dos veículos, principalmente ligado ao seu consumo e desgaste, tempo de viagem e homogeneizar as características e o padrão das rodovias (DNER, 1999);
- Velocidade diretriz: É a maior velocidade de locomoção que um veículo pode percorrer um trecho da via, com segurança, onde o veículo esteja submetido apenas às limitações impostas pelas características geométricas da via. Também é definida como a velocidade de projeto onde se derivam todos os valores mínimos de projeto vinculados à operação e ao movimento dos veículos.

5.5. Classificação funcional

A classificação funcional agrupa rodovias conforme a natureza dos serviços que devem prestar. Essa categoria de classificação reconhece que as rodovias não atendem de forma independente as viagens realizadas. Na verdade, a rede de estradas usada pela maioria dos deslocamentos pode ser caracterizada de forma lógica e eficaz. A Figura 3 mostra a linha de desejo de viagem conectando diferentes pontos de partida e pontos finais, onde a espessura da linha é proporcional ao número de viagens, e o diâmetro do círculo representa a geração e a atração dessas viagens (DNER, 1999).

Figura 3 - linhas de desejo



fonte: DNER, (1999)

5.5.1 Áreas urbanas e rurais

Para resolver a diferença na densidade e categoria de uso do solo, é conveniente distinguir áreas urbanas e rurais na classificação do sistema funcional. De modo geral, consideram-se as localidades mais densamente povoadas e com uma população superior a 5.000 habitantes, localizadas dentro dos limites fixados pela autoridade competente de área urbana. Além dessas restrições, estão as áreas rurais.

5.5.2. Sistemas funcionais

A classificação funcional e processo de agrupar as vias hierarquicamente em subsistemas, de acordo com o tipo de serviço que prestam. Segundo os princípios

acima, as estradas rurais do Brasil podem ser classificadas em três sistemas funcionais:

- Sistema arterial;
- Sistema coletor;
- Sistema local.

5.5.2.1. Sistema arterial

O sistema arterial é formado por uma rede de rodovias, cuja finalidade é atender serviços como:

- Proporcionar alto nível de mobilidade em grandes volumes de tráfego;
- Conectar cidades e centros geradores de tráfego com capacidade de atrair viagens longas;
- Conectar cidades, estados e países;
- Proporcionar ligações com certa distância a áreas desenvolvidas e de grande densidade, com adequado espaçamento interno.

Sendo subdividido em 3 classes, com a primeira sendo a arterial principal utilizados para viagens internacionais e inter-regionais, devem conectar cidades com população acima de 150 mil habitantes as capitais dos estados. A segunda classe temos o sistema arterial primário, que devem servir as viagens inter-regionais e interestaduais, para áreas onde não possui o sistema arterial principal, em geral, conectam cidades com 50.000 habitantes. O último sistema temos o arterial secundário, que serve essencialmente a viagens intraestatais e viagens não servidas por sistema superiores, conectam cidades com 10.000 habitantes em média (DNER, 1999).

5.5.2.2. Sistema coletor

Segundo (DNIT, 2010), o sistema coletor exerce a função de ligação intermunicipal e centros geradores de tráfegos com menor vulto, que não apresentam outro sistema superior. Esse sistema é subdividido em coletor primário e secundário, se diferenciando apenas na capacidade de tráfego, com o principal servindo para ligações de cidades com 5.000 habitantes e o secundário para 2.000 habitantes.

5.5.2.3. Sistema local

Este sistema consiste em auto estradas, geralmente de curta extensão, destinadas a garantir o acesso ao tráfego intermunicipal das zonas rurais e de pequenas localidades para rodovias de nível superior, geralmente pertencentes a um sistema coletor secundário. Pode haver descontinuidades, mas não pode ser isolada do resto da rede viária (DNIT, 2010a).

5.6. Nomenclatura rodovias

As rodovias brasileiras são conhecidas pela sigla BR, o que significa que a rodovia é federal, existem três números após a sigla. O primeiro dígito informa sobre a categoria auto estrada, respeitando a definição do plano rodoviário nacional, os seguintes números definem: posição que ocupa na orientação geral da rodovia como origem da capital federal e fronteiras nacionais (norte, sul, leste e oeste). Eles são definidos em radial, longitudinal, transversal, diagonal e conexão (DNIT, 2010).

5.6.1. Rodovias radiais

São aquelas que partem da Capital Federal rumo aos extremos do país. Sua nomenclatura se inicia com o número zero como no exemplo a seguir: BR-020, os algarismos restantes variam de 05 09, segundo a razão numérica 05, no sentido horário, como demonstrado na figura 4.

Figura 4 - Nomenclatura, rodovias radiais



Fonte: DNIT, (2010)

5.6.2. Rodovias longitudinais

São as que cortam o país no sentido Norte - Sul. Sua nomenclatura inicia-se com o algarismo 1 e seus números restantes vão de 00 a 99, do leste a oeste, sendo em Brasília o marco 50, exemplo: BR-163, como demonstrado na figura 5.

Figura 5 - Nomenclatura, rodovias longitudinais



Fonte: DNIT, (2010)

5.6.3. Rodovias transversais

São aquelas que cortam o Brasil no sentido Leste-Oeste. Sua nomenclatura é iniciada com o número 2 e os números restantes vão de 00 a 99, iniciando a contagem ao norte e finalizada ao sul, exemplo: BR-242, como demonstrado na figura 6.

Figura 6 - Nomenclatura, rodovias transversais



Fonte: DNIT, (2010)

5.6.4. Rodovias diagonais

São aquelas que apresentam dois modos de orientação: Noroeste-Sudeste ou Nordeste-Sudeste. Sua numeração varia em pares, sendo 00 no extremo Nordeste, 50 em Brasília e 98 no extremo Sudeste. Exemplo: BR-304, como demonstrado na figura 7.

Figura 7 - Nomenclatura, rodovias diagonais



Fonte: DNIT, (2010)

5.6.5. Rodovias de ligação

São rodovias que podem apresentar qualquer sentido, tendo sua função principal ligar pontos de grande importância nacional, como grandes cidades, rodovias federais e fronteiras internacionais. Sua nomenclatura inicia-se com algarismo 4, com restante dos números variando de 00 a 50 quando estiver ao norte do paralelo da Capital Federal, e entre 50 a 99 quando a sul. Exemplo: BR-488.

5.7. Níveis de serviço

O conceito de nível de serviço refere-se à avaliação qualitativa das condições do fluxo de tráfego percebidas por motoristas e passageiros. Indica o conjunto de condições operacionais que ocorrem em uma estrada, pista ou cruzamento, incluindo fatores de velocidade, tempo de viagem, restrições ou interrupções de tráfego, grau de manobrabilidade, segurança, conforto, economia e muito mais. Uma auto estrada

está em condições ideais desde que as melhorias propostas não aumentem a sua capacidade (DNIT, 2010a).

Nível de serviço A: ele descreve o estado de fluxo livre em estradas com bons parâmetros técnicos. Há pouca ou nenhuma restrição de manobra e os motoristas podem manter a velocidade desejada com pouco ou nenhum atraso. As velocidades médias variam de 90 a 93 km / h. Os pelotões encontrados são compostos por 2 ou 3 veículos e não restringem o movimento em mais de 30% do tempo de viagem. Em condições ideais, o fluxo de machos é de 420 veículos por hora.

Nível de serviço B: corresponde a um estado de fluxo constante em que os motoristas começam a sentir as restrições de outros veículos, mas ainda têm liberdade razoável para escolher a velocidade e a faixa. As velocidades médias variam de 87 a 89 km/h. Há maior pressão de veículos mais lentos, criam restrições que podem chegar a 45% do tempo de viagem. Em condições ideais, o fluxo máximo é de 750 veículos por hora.

Nível de serviço C: ainda está na faixa de fluxo estável, mas a velocidade e a capacidade de manobra são ditadas mais de perto pelos volumes maiores. A participação em pelotões de veículos pode chegar a 60% do tempo de viagem, o que requer mais atenção durante as manobras de ultrapassagem. As velocidades médias variam de 79 a 84 km / h. Em condições ideais, o fluxo masculino chega a 1.200 veículos por hora.

5.8. Classes rodovias

Segundo o (DNER, 1999) a classificação técnica se relaciona diretamente com características geométricas necessárias para atender os objetivos da via, como: raios de curvatura, rampas, larguras de pista e acostamentos, distâncias de visibilidade, etc.

Já a classificação funcional procura agrupar as vias por caráter do serviço prestado. Essa classificação reconhece que as rodovias não atendem de modo independente as viagens realizadas, pois é inviável a ligação direta de todos os destinos (DNER, 1999).

De acordo com o DNIT existem 5 tipos de classe para rodovias, classificadas principalmente pelo seu critério de uso e tráfego. Os principais critérios utilizados na definição de classe da rodovia são: posição hierárquica da classificação funcional, volume médio diário de tráfego, nível de serviço entre outros condicionantes. Essas

classes foram estabelecidas através de muita experiência acumulada durante todo processo de pavimentação do país, equilibrando o atendimento de requisitos e serem economicamente viáveis.

Em um extremo estão as rodovias de mais alto nível, com mais de uma pista, interseções em desnível e controle total de acesso a veículos nas vias expressas. No outro extremo temos as estradas vicinais e pioneiras, que se destinam a canalizar a produção industrial e agrícola.

- Classe 0: são as rodovias com maior padrão técnico, com pista dupla ou mais e controle de acesso. Para se enquadrar nesta classe a rodovia precisa ter um volume de tráfego elevado e o tráfego de décimo ano de abertura representar um volume médio diário maior que 2600 veículos para níveis de serviço D, ou por motivos mais específicos
- Classe 1: essa categoria é dividida em 2 subclasses, C I-A (pista dupla) e classe C I-B (pista simples).
- A classe C 1-A é definida por ter duas pistas e ter um controle parcial de acesso. Nessa classe há uma grande demanda de tráfego semelhante à classe especial, apenas com uma maior tolerância no que diz respeito à interferência de acessos.
- A classe C1-B possui pista simples com elevado padrão, para suportar o volume de tráfego projetado por 10 anos após término da obra, seguindo o limite inferior de 1400 veículos por dia e com limite superior de 2600 veículos ao nível de serviço D, 5500 no nível C.
- Classe 2: rodovias com pista simples, suportando o volume de tráfego projetado para 10 anos. Apresenta o limite inferior de 700 veículos por dia (VMD), limite superior de 1400 veículos.
- Classe 3: vias de pista simples, suportando volume de tráfego do projeto. Apresenta limite inferior de 300 veículos e limite superior de 700 veículos.
- Classe 4: rodovia de menor classe, apresenta pista simples com características técnicas suficientes para o atendimento mínimo de tráfego em seu ano de abertura. Normalmente não são pavimentadas e se integram ao sistema local, como estradas vicinais e eventualmente rodovias pioneiras. São subdivididas em 2 classes, 4-A e 4-B.
- A classe 4-A possui de 50 a 200 veículos de tráfego médio diário, no ano de abertura.

- A classe 4-B tem tráfego inferior a 50 veículos no ano de abertura.

5.9. Jurisdições de rodovias federais

Segundo a lei 5.917/73 e suas alterações, as rodovias incluídas são consideradas estradas federais e estão sujeitas aos regulamentos do PNV (ACT NO. 5.917 de 10 de setembro de 1973).

Eles são devidos às autoridades dessas rodovias em:

- Administração direta: responsabilidade pela operação, manutenção, manutenção, reforma e construção de estradas é de responsabilidade do DNIT.
- Autoestrada Delegada: Responsabilidade pela operação, manutenção, manutenção, a reforma ou construção de rodovias foi delegada a um município, estado ou distrito federal através de convênio de delegação com o DNIT.
- Rodovia concedida: foi aprovada em processo de transferência ao setor privado. Rodovia delegada a município, estado ou distrito federal para obtenção da concessão: É uma rodovia seguida por determinado município, estado ou distrito federal, assinatura de contrato com o Ministério dos Transportes nos termos da Lei 9.277/96, transferências para o setor privado para fins de exploração.
- Outros tipos de rodovias: transporte rodoviário sob jurisdição, rodovias de atuação do DNIT. Rodovia administrada pelo estado; rodovia administrada pela cidade; rodovia federal ou a cidade da coincidência (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2007).

5.10. Impacto socioeconômico e suas consequências

O modal rodoviário é o meio de transporte de carga de maior destaque no Brasil, graças a construção de rodovias e a implantação de algumas empresas do ramo automobilístico na década de 50. Este modelo cobre todas as regiões do país e é o mais buscado atualmente (CNT, 2016).

O Brasil é o país com maior concentração de transporte rodoviário de carga e passageiros entre as principais economias do mundo, 58% do tráfego do Brasil é feito por rodovias, segundo dados do Banco Mundial. A malha rodoviária brasileira é amplamente utilizada em transporte de cargas, destacam-se nos tipos: frigoríficas,

carga a granel, viva, indivisível e grande porte, seca e carga perigosa (Fundação Dom Cabral, 2017).

O transporte rodoviário é um dos pilares mais importantes da economia do país, com um custo de 6% do PIB nacional, ele representa mais de 60% da movimentação de mercadorias. No ramo alimentício essa porcentagem pode chegar a 65,5%, na agroindústria 62%, deixando claro a sua importância na receita líquida das empresas que utilizam de rodovias (CNT, 2016).

Contudo, a Pesquisa CNT de Rodovias 2019 mostra que a infraestrutura rodoviária brasileira não cumpre os pilares previstos na lei n.º 10.233/2001. Detalhando as condições da infraestrutura por rodovias, estados e regiões do país, a Pesquisa demonstra uma situação geral já conhecida e retratada em indicadores mais agregados, como a baixa densidade da malha rodoviária (25,1 km de rodovias pavimentadas por 1.000 km² de extensão territorial) e a baixa competitividade, segundo o Fórum Econômico Mundial (o Brasil ocupa a 116.^a posição no quesito qualidade da infraestrutura rodoviária, em uma classificação de 141 países), (CNT, 2019).

As deficiências na infraestrutura rodoviária, captadas nesses indicadores, atrapalham o setor de transporte a exercer o seu papel como vetor de eficiência, integração nacional e desenvolvimento para o Brasil. Ainda que os prejuízos gerados por essa realidade não sejam inteiramente mensuráveis, porque muitos deles são qualitativos, é possível quantificar parte deles através de estimativas (CNT, 2019).

5.11. Investimento em rodovias

Só há um caminho para reduzir altos custos de transporte, que travam a competitividade brasileira: a realização de investimentos. Analisando os dados de investimentos realizados por quilômetro pelo governo federal e pelos concessionários de rodovias no Brasil nos últimos três anos, infere-se que uma parcela significativa do diferencial de custos de se trafegar em vias públicas e privadas no país se deve à maior capacidade de investimento dos gestores privados: de 2016 a 2018, o investimento privado por quilômetro foi quase três vezes maior do que o investimento público federal (CNT, 2019).

5.12. Condições das rodovias no Brasil

Conforme a nona edição da pesquisa Rodoviária, a CNT 2004 que avaliou 100% da rede rodoviária federal pavimentada, bem como as principais seções sob administração estadual e sob administração terceirizada, demonstrou que mesmo considerando as melhores condições da malha sudeste e sul, a malha rodoviária nacional está em estado precário, com 74,7% dos ramais pesquisados apresentando algum grau de imperfeição (36,4% desativados, 23,7% errado, 14,6% terrível), conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Estado geral das rodovias brasileiras.

Estado Geral	Extensão Total		Gestão Estatal		Gestão Terceirizada	
	Km	%	Km	%	Km	%
Ótimo	8692	11,6	3474	5,4	5218	51,5
Bom	10227	13,7	7506	11,6	2721	26,9
Deficiente	27148	36,4	25371	39,3	1777	17,5
Ruim	17686	23,7	17319	26,8	367	3,6
Péssimo	10928	14,6	10878	16,9	50	0,5
Total	74681	100,0	64548	100,0	10133	100,0

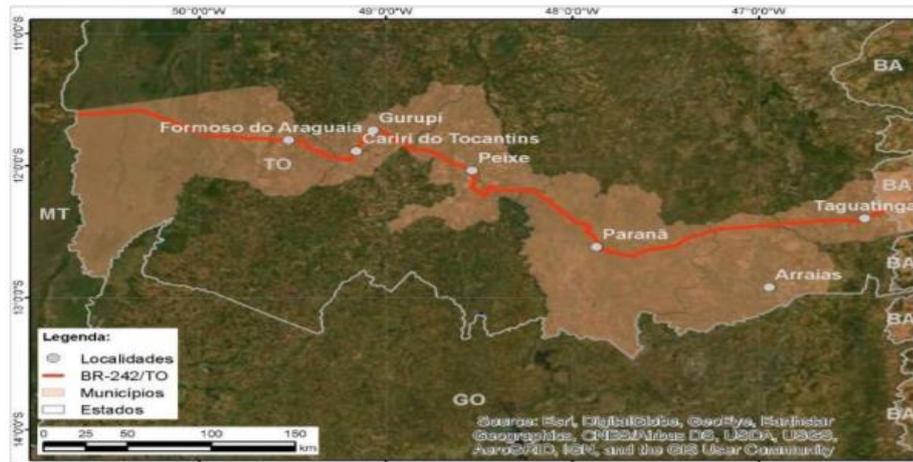
Fonte: CNT, (2004).

5.13. BR-242

A BR-242 é classificada como uma rodovia transversal, que percorre os estados do Mato Grosso, Tocantins e Bahia, mostrado na figura 8, é uma importante via de escoamento de grãos do centro do país ao litoral. De acordo com CNT (2016) o estado geral dos 361 KM de rodovia se classifica como regular, entretanto a rodovia ainda apresenta muitos trechos não pavimentados ou não executados, a maior extensão não executada se encontrando no Tocantins especificamente na ilha do bananal em terras indígenas.

No estado do Tocantins alguns trechos foram executados inicialmente pelo DERTINS na década de 90 como rodovia TO-280, onde posteriormente foram repassadas aos cuidados do DNIT.

Figura 8 - Localização da BR-242/TO



Fonte: ESRI, (2021).

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada para o desenvolvimento do presente trabalho baseou-se em uma pesquisa descritiva. Este método se baseia em um estudo, análise, registro e a interpretação dos fatos do mundo físico, sem interferências nos dados. A técnica utilizada foi a direta e indireta, envolvendo, portanto, uma pesquisa documental, bibliográfica e de campo.

Tendo em vista os objetivos do estudo e os procedimentos necessários à realização de pesquisas e análise comparativa, são apresentados a seguir os procedimentos metodológicos que subsidiaram a elaboração deste estudo:

- Primeiramente foi realizada revisão bibliográfica acerca do assunto necessário para embasamento sólido de conhecimento para realização de tal pesquisa;
- Foi realizada uma visita do Orientador (Prof. Clerson Reis) ao Eng. BRUNO PEREIRA VALÕES FILHO na SEINFRA — Diretoria de projetos e orçamento rodoviário. Por se tratar de um projeto antigo, não existem cópias e versões do projeto em meio digital e, para dificultar a situação, o relatório de projeto não foi localizado, apenas possível o acesso ao Volume 3 do projeto de engenharia de pavimentação asfáltica da TO/BR-242, projeto executivo de engenharia pavimentação asfáltica.
- Foram verificadas as características geométricas da via, dentre elas largura da pista de rolamento, tamanho dos acostamentos em campo;
- Verificação nos fragmentos de projeto de execução da rodovia do DERTINS quais são as características geométricas de projeto;

- Tomado conhecimento do manual do DNIT necessário como base de dimensionamento de uma rodovia pelo DNIT;
- Realizado estudo verificando quais seriam as características caso a rodovia fosse executada pelo manual do DNIT;
- Comparado e relacionado as principais diferenças entre os projetos;
- Realização de uma análise conclusiva sobre as principais diferenças entre as características existentes e as características caso a via fosse desenvolvida hoje pelo DNIT.

6.1. Materiais e equipamentos utilizados

Para a realização da pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais:

- Caderno de anotação;
- Computador;
- GPS;
- Pincéis;
- Smartphone próprio;
- Trena;
- Veículo de transporte;

6.2. Parâmetro de pesquisa em campo

Para a realização da pesquisa em campo foram definidos alguns pontos de coleta no trecho delimitado, escolhidos de forma aleatória. Em cada ponto foi coletado os dados do tamanho do acostamento de ambos os lados, tamanho da pista de rolamento de ambos os lados, também foram retiradas fotos em todos os pontos coletados como também sua localização geométrica através do GPS.

6.3. Parâmetro para análise de dados

Para mais confiabilidade, todos os dados foram retirados de fontes confiáveis e verificáveis. Os dados da geometria original da via foram adquiridos diretamente do projeto de execução do DERTINS, os parâmetros do DNIT foram adquiridos no

MANUAL DE PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS RURAIS (DNER 1999) e os dados coletados foram adquiridos e processados de acordo com as normas.

7. RESULTADO E DISCUSSÕES

7.1. Caracterização da via existente

A BR-242 é então caracterizada como uma rodovia transversal que liga o Mato Grosso ao litoral baiano, com grande importância econômica ligada principalmente à exploração de minérios e agricultura, e ainda podendo agora aumentar seu fluxo de veículos graças à ferrovia Norte-Sul instaurada em sua localização.

Foi uma obra idealizada ainda pelo governo de Juscelino Kubitschek e iniciado durante a ditadura militar através do plano nacional de viação da lei 5.917 de 10/09/1973, a onde era previsto a ligação do porto de Salvador na Bahia a BR-163 em Mato Grosso, porém com a crise que se instaurou na década de 1970 a rodovia foi arquivada até as décadas de 1980 e 1990 onde o ministério dos transportes deu início a execução desse projeto. Embora alguns trechos não tenham sido executados principalmente devido ao licenciamento ambiental como o trecho da trans bananal a rodovia em sua grande parte foi executada.

Na região do Tocantins e Bahia a BR-242 recebe outro nome popular, a “rodovia do sal”, tal via tem grande importância regional principalmente no âmbito agrícola já que nas cidades de Taguatinga e Natividade contam com indústrias de calcário em pleno funcionamento, em Arraias se encontra a maior indústria de fósforo no Brasil (Itafós Mineração). Onde toda essa produção é escoada principalmente pela BR-242, focada no trecho entre Gurupi (TO) e Luís Eduardo (BA), uma região com grande nível de produção agrícola e em constante crescimento econômico.

No Tocantins alguns trechos da BR-242, eram anteriormente denominados de TO-280 sendo executados pelo governo estadual. O DERTINS órgão responsável pela infraestrutura do estado do Tocantins não apresenta uma normativa própria para o projeto geométrico das rodovias estaduais e ao decorrer do trabalho se concluiu que não foi seguido o manual de projeto geométrico do DNER.

7.2. Análise projeto de execução BR - 242 / TO – 280 DERTINS

Com o acesso ao projeto de execução da via pelo DERTINS, foi coletado as medidas necessárias do projeto geométrico como mostrado no quadro 1, onde é constatado que a rodovia em estudo foi classificada como nível III, em uma região de topografia plana, com velocidade diretriz de 80 km/h, largura da pista de 3,5 metros e com acostamentos de 1,30 metros.

Quadro 1 - Característica técnica DERTINS

Característica técnica DERTINS	
Classe	III
Região	Plana
Velocidade diretriz (km/h)	80
Raio mínimo de curva horizontal (M)	350,88
Rampa longitudinal máxima (m)	3,5
Largura faixa de rolamento (M)	3,5
Largura dos acostamentos (M)	1,3

Fonte: projeto execução DERTINS.

7.3. Análise da rodovia caso fosse executada hoje pelo DNIT

O manual utilizado pelo DNIT para criação do projeto geométrico de rodovias rurais, é denominado MANUAL DE PROJETO GEOMÉTRICO DE RODOVIAS RURAIS, 1999, aprovado pelo conselho administrativo do DNER em 21 de dezembro de 1999, resolução n° 15/99, sessão n° CA 08, processo n° 100.007.960/98-45. Esse manual ainda está em vigor sendo atualmente utilizado como base de estudo para a definição dos parâmetros geométricos requisitados para uma rodovia de porte federal.

Foi utilizado como classe base de pesquisa ao DNIT a classificação já utilizada em projeto durante a execução da obra na década de 1990, sendo ela a classe III.

7.3.1. Classe da via

A classificação de rodovias é necessária para atender enfoques e objetivos diversos de natureza técnica, administrativa e de interesse dos usuários das vias em geral (DNER, 1999).

Desse modo a classificação da rodovia é feita com base em uma classificação funcional focada no tipo e importância do serviço prestado por essa rodovia, como também é feita com base em uma classificação técnica onde se considera o nível de tráfego existente, as condições do relevo e a viabilidade econômica. No quadro 2 podemos ver uma relação geral entre as classes funcionais e as classes de projeto.

Quadro 2 - classificação rodovias

Sistema	Classe funcionais	Classe de projeto
Arterial	Principal	Classe 0 e I
	Primário	Classe I
	Secundário	Classe I e II
Coletor	Primário	Classe II e III
	Secundário	Classe III e IV
Local	Local	Classe III e IV

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

Estima-se que a classe da via continua a mesma da definida em projeto pelo DERTINS em 1990, classificada com nível III.

7.3.2. Velocidade diretriz

Conforme a norma, "a velocidade diretriz e a velocidade selecionada para fins de projeto da via e condiciona as principais características da mesma, tais como: curvatura, superelevação e distância de visibilidade" (DNER, 1999). Como podemos ver no quadro 3, a velocidade diretriz para uma rodovia de classe III e relevo plano é definida como 80 km/h.

Quadro 3 - Velocidade diretriz para projeto

Classe de projeto	Velocidade diretriz para projeto (km/h)		
	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	120	100	80
Classe I	100	80	60

Classe II	100	70	50
Classe III	80	60	40
Classe IV	80-60	60-40	40-30

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

7.3.3. Raio mínimo de curvatura horizontal

Segundo a norma, "os raios mínimos de curvatura horizontal são os menores raios das curvas que podem ser percorridas com a velocidade diretriz e a taxa máxima de superelevação, em condições aceitáveis de segurança e conforto" (DNER, 1999).

O cálculo realizado para definição da curvatura mínima é feito com base em duas constantes, sendo a primeira o coeficiente de atrito transversal que apresenta valores tabelados segundo o quadro 4 e o segundo coeficiente é denominado máxima taxa de superelevação mostrado no quadro 5.

Quadro 4 - relação velocidade x coeficiente de atrito transversal

Velocidade diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Coeficiente de atrito transversal F_{max}	0,2	0,18	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

Quadro 5 - relação velocidade x elevação máxima

velocidade diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
E_{max} (%)										
4	30	60	100	150	205	280	355	465	595	755
6	25	55	90	135	185	250	320	415	530	665
8	25	50	80	125	170	230	290	375	475	595
10	25	45	75	115	155	210	265	345	435	540
12	20	45	70	105	145	195	245	315	400	490

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

Com uma velocidade diretriz definida por 80 km/h e com taxa máxima de superelevação de 8% temos um raio de curvatura mínima de 230 metros conforme e definido no manual do DNER para rodovia de nível III.

7.3.4 Rampa máxima

Os valores das rampas devem ser coerentes com as demais características operacionais da via, definidos pela classe da rodovia como no quadro 6, no caso da BR-242 classificada como nível III e relevo plano a rampa máxima é definida como 4%.

Quadro 6 - rampa máxima de projeto

Classe do projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	3,0%	4,0%	5,0%
Classe I	3,0%	4,5%	6,0%
Classe II	3,0%	5,0%	7,0%
Classe III	4,0%	6,0%	8,0%
Classe IV – A	4,0%	6,0%	8,0%
Classe IV – B	6,0%	8,0%	10,0%

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

7.3.5. Largura das faixas de rolamento

A largura da pista inferior tem influência sobre a capacidade da via e proporciona uma pequena redução do custo de execução. Conforme o quadro 7 temos o tamanho das pistas segundo a classificação de projeto, no caso da BR-242 definida por 3,50 metros de largura.

Quadro 7 - largura faixa de rolamento

Classe do projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	3,60	3,60	3,60

Classe I	3,60	3,60	3,50
Classe II	3,60	3,50	3,30
Classe III	3,50	3,30	3,30
Classe IV – A	3,00	3,00	3,00
Classe IV – B	2,50	2,50	2,50

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

7.3.6. Largura dos acostamentos

Conforme é citado no manual do (DNER, 1999) a largura do acostamento é designada para proporcionar uma boa visibilidade ao motorista e deverá ser mantida uniformemente, sem sofrer alterações desnecessárias. O tamanho ideal para um acostamento seria o necessário para abrigar um veículo mais uma pessoa trabalhando ao seu lado, porém, acostamentos muito largos podem acabar provocando seu uso como pista de rolamento pelos motoristas.

Assim o valor desejável para o acostamento deve ser analisado em cada caso, viabilizando seu custo econômico o aumento de segurança e interferência no trânsito, função da velocidade, do volume de tráfego, probabilidade de parada de veículos, acidentes e por fim considerando a categoria da via. Conforme o quadro, é possível verificar a largura necessária de acostamento para cada classe de rodovia, onde a BR-242 requisita um acostamento de no mínimo 2,5 metros.

Quadro 8 - largura acostamento

Classe do projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	3,50	3,00	3,00
Classe I	3,00	2,50	2,50
Classe II	2,50	2,50	2,00
Classe III	2,50	2,00	1,50
Classe IV – A	1,30	1,30	0,80
Classe IV – B	1,00	1,00	0,50

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

7.3.7. Classe III manual DNER

Definido como uma rodovia de pista simples, que deve suportar um volume de tráfego médio (VDM) para 10 anos após a abertura de no mínimo 300 VDM e com máximo de 700 VMD, conforme o quadro 9. Tal rodovia ficará enquadrada entre os níveis de serviço entre A e D, dependendo das condições de serviço do local.

Quadro 9 – classificação III DNIT

Classe do projeto	Características	Critérios de classificação técnica
Classe 0	Via expressa - controle de acesso	Decisão administrativa
Classe I A	Pista dupla - controle parcial de acesso	Quando valores de trafego previstos ocasionam níveis de serviço em uma grande rodovia de pista simples inferiores aos aceitáveis
Classe I B	Pista simples	VHP>200 VMD>1400
Classe II	Pista simples	VMD 700 - 1400
Classe III	Pista simples	VMD 300 - 700
Classe IV – A	Pista simples	VMD 50 - 200
Classe IV – B	Pista simples	VMD <50

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

Uma rodovia de classe III de acordo com DNIT deve apresentar suas características geométricas acima dos valores mínimos em norma. Tal rodovia de classe III localizado em uma região considerada plana deve ter uma velocidade diretriz de 80 km/h, raio mínimo de curvatura horizontal de 280 metros, rampa máxima de 4%, largura de faixas de acostamento de 3,5 metros e acostamentos de no mínimo 2,5 metros, conforme mostrado no quadro 10.

Quadro 10 - Aspectos rodovia classe III

Rodovia classe III DNIT

Velocidade diretriz	80 km/h
Raio mínimo	230 m
Rampa máxima	4%
Faixa de rolamento	3,5 m
Acostamento	2,5 m

Fonte: manual projeto geométrico DNIT, 1999.

7.4. Análise da rodovia atualmente

Foram definidos alguns pontos de coleta como mostrado na figura 9, verificado a largura da pista, largura dos acostamentos, fotos do local e uma marcação GPS.

Figura 9 - pontos GPS



Fonte: Autor, (2021).

No quadro 11, pode-se visualizar os dados obtidos em campo. É constatado uma medida média de 3,47 metros de largura para as pistas de rolamento e uma média de 1,2 metros de largura para os acostamentos.

Quadro 11 - dados atuais BR-242

Dados BR-242				
Pontos	Acostamento direito (M)	Acostamento esquerdo (M)	Pista direita (M)	Pista esquerda (M)
1	0,7	0,6	3,45	3,53
2	1,56	0,7	3,47	3,5
3	1,3	1,05	3,65	3,42

4	1,27	0,95	3,45	3,52
5	1,39	1,05	3,4	3,67
6	1,33	1,45	3,44	3,49
7	1,45	1,37	3,43	3,55
8	0,75	1,4	3,5	3,46
9	1,08	1,2	3,37	3,49
10	1,37	1,1	3,43	3,42
11	1,3	1,15	3,4	3,39
12	1,55	1,2	3,4	3,38
13	1,48	1,2	3,42	3,48
14	1,3	1,8	3,5	3,55
15	1,4	0,7	3,42	3,62
Média	1,28	1,13	3,45	3,5

Fonte: Autor, (2021).

É possível verificar durante a coleta de dados em campo problemas nos acostamentos da via como perda parcial ou por completa de sua estrutura como mostrado nas figuras 10 e 11. Tal situação deixa o pavimento principal da rodovia exposto diretamente aos danos ambientais, já que os acostamentos exercem função de proteção ao pavimento.

Figura 10 - acostamento situação 1



Fonte: Autor (2021).

Figura 11 - acostamento situação 2



Fonte: Autor (2021).

Os acostamentos não são projetados para tal solicitação de carga e apresentam um dimensionamento diferenciado das faixas de rolamento. No Brasil o DNIT (2006), determina que o projeto estrutural dos acostamentos seja condicionado ao da pista de rolamento, mantendo as camadas de reforço, sub-base e base constantes, porém os revestimentos podem apresentar espessura inferiores ou até apresentar solução de revestimento diferente da pista para redução de custos.

Também podem ser causados pela falta de manutenção, pois os acostamentos são a primeira linha de defesa da pista, e sofrem com as intempéries e erosões, recomendado a execução de manutenções preventivas. No caso da rodovia estudada, o acostamento não é reformado ou passa por manutenção há anos.

7.5. Análise comparativa rodovia

Após a análise comparativa e verificado algumas divergências entres os projetos, onde a largura dos acostamentos se mostra o aspecto geométrico mais discrepante com uma diferença de 1,2 metros, tal diferença pode trazer grandes impactos a segurança e a qualidade de viagem dos motoristas. Porém, ainda é possível verificar mudanças nos raios mínimos de curvatura e na rampa máxima, porem tais valores se mostram mais adequados no projeto do DERTINS como mostrado no quadro 12.

Quadro 1 - comparação rodovia DNIT X projeto DERTINS

Rodovia classe III	DNIT	DERTINS
Velocidade diretriz	80 km/h	80 km/h

Raio mínimo	230 m	350 m
Rampa máxima	4%	3,50%
Faixa de rolamento	3,5 m	3,5 m
Acostamento	2,5 m	1,3 m

Fonte: Autor, (2021).

7.6. Resposta do DNIT em relação às condições da via

Em contato realizado a um representante do DNIT, foram feitas algumas indagações a respeito do posicionamento do órgão as condições atuais da BR-242, entre elas se o DNIT teria ciência de que alguns trechos estão fora de seus parâmetros em norma para rodovias federais, se teria algum plano de adequação desses trechos e qual seria a previsão da obra. O representante do DNIT em resposta comentou que "parte da BR-242 já está em conformidade com as diretrizes de rodovias federais. As que faltam dependerão da contratação do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA)".

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à importância da BR-242 — Trecho Gurupi — Peixe, é imprescindível que as condições de tráfego relacionadas ao conforto e segurança dos usuários não sejam comprometidas. Os principais parâmetros que influenciam a eficácia dessas condições são, entre outros, o exame do desenho geométrico.

Pela importância desta última, este trabalho identificou e analisou elementos geométricos da BR-242 mediante a revisão da literatura e pesquisa em campo. E através dessa análise foi possível ter uma compreensão do estado de adequação em algumas características específicas da rodovia com a norma de regulamentação.

Após a análise comparativa e verificado algumas desconformidades entres os projetos, onde a largura dos acostamentos se mostra o aspecto geométrico mais discrepante com uma diferença de 1,2 metros, tal diferença pode trazer grandes impactos à segurança e à qualidade de viagem dos motoristas. Porém, ainda é possível verificar mudanças nos raios mínimos de curvatura e na rampa máxima, mas esses valores se mostram superiores no projeto do DERTINS, como mostrado no Quadro 10.

Já em relação aos dados obtidos em campo é possível constatar um problema ainda mais grave em relação ao estado atual dos acostamentos, onde grande parte de sua extensão se encontra com erosão e perda de acostamento para o meio como mostrado nas figuras 10 e 11. É preocupante o estado atual dos acostamentos para a segurança do tráfego nesta via.

Em geral, o acostamento encontra-se em desacordo com as normas técnicas do DNIT nos aspectos geométricos definidos no trabalho, o que pode ocasionar em um tráfego na rodovia mais perigoso e desconfortável aos motoristas, o que por final vai ocasionar em grandes gastos ao poder público ligados a acidentes e ineficiência do transporte.

9. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante do trabalho realizado, é sugerido uma investigação mais profunda sobre a BR-242, de modo a abordar e verificar aspectos da rodovia que não foram possíveis neste trabalho. Como uma verificação em campo de mais aspectos geométricos da via para se parametrizar com as normas de rodovias federais do DNIT.

10. REFERÊNCIAS

Brasil. Lei n 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis n.º 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis n.º 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Diário Oficial União. 4 jan. 2012; Seção 1: 1.

CNT – Confederação Nacional do Transporte (2016). Pesquisa Rodoviária 2016 – Relatório Gerencial. Brasília, CNT.

CNT – Confederação Nacional do Transporte (2018). Pesquisa Rodoviária 2018 – Relatório Gerencial. Brasília, CNT.

CNT – Confederação Nacional do Transporte (2019). Pesquisa Rodoviária 2019 – Relatório Gerencial. Brasília, CNT.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER IS-204/205. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários - Escopos Básicos/Instruções de Serviço – Rio de Janeiro, 1999. 375p.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1999, Manual de projeto geométrico de rodovias rurais. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2010, Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas. Publicação IPR – 740, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2010, Manual de Sinalização Rodoviária. Publicação IPR – 743, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, Brasil.

DNIT (2006) Manual de Estudos de Tráfego. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Publicação IPR-723.

DNIT. Manual de implantação básica de rodovia. 3ª Edição (Publicação IPR – 742), 2010. Disponível em:< http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais / manuais/ documentos/ 742_manual_de_implantacao_basica.pdf >. Acesso em: 17/08/2021.

DNIT. Nomenclatura das rodovias federais, 2010. disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br>. Acesso em: 29/04/2019.

ESTUDO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA RODOVIA. 2019. Trabalho conclusão de curso (Bacharelado em engenharia civil) - UNIEVANGÉLICA, [S. I.], 2019.

FUJII, Walquiria Yumiko. **Avaliação do desempenho dos elementos de sinalização viária em rodovias**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LEITE, Fernanda Helena Ferreira. Avaliação do licenciamento ambiental da construção de três rodovias na Amazônia Legal: BR-429/RO, BR-242/TO E BR-163/MT. 2021.

Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT (2010) – Publicação IPR 742.

SAMPEDRO, A., 2010, “Procedimento para Avaliação e Análise da Segurança de Tráfego em Vias Expressas Urbanas” Tese de doutorado, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

Santos, B. J. R. (1998) A consistência da geometria de rodovias: principais metodologias e contribuição ao método do módulo de segurança. São Carlos. 252p.

Tese (Doutor em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.