

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRADAS DE TERRA NO MUNICÍPIO DE GUARAÍ/TO

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS ON DIRT ROADS IN THE MUNICIPALITY OF GUARAÍ/TO

Daniel de Sousa ALENCAR¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9524-5808>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí (IESC/FAG)

E-mail: daniellopes00374@gmail.com

Walter Augusto Macedo GUIDA²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7595-3468>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí (IESC/FAG)

E-mail: macedoguidaw@gmail.com

Lázaro LOURENÇO NETO³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2435-2855>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí (IESC/FAG)

E-mail: lazarol.neto@hotmail.com

Leonardo Moreira SANTANA⁴

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5348-0659>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí (IESC/FAG)

E-mail: leomoreiraeng.civil@gmail.com

RESUMO

Com o desenvolvimento regional e a inserção de novos mercados e culturas, o povoamento da região aumentou drasticamente, e conseqüentemente o fluxo de veículos leves e pesados, tornando a estrada vital para o fluxo econômico da região. Mas, com o desenvolvimento, muitas partes das estradas acabaram se degradando, chegando ao ponto dela se tornar intransitável. Este estudo busca analisar uma estrada não pavimentada localizada no município de Guaraí/TO, o trecho escolhido para o estudo possui a extensão de 1 km e largura impermanente. O trabalho mostra através de imagens obtidas em campo a situação em que se encontra a estrada. Para a realização da avaliação do trecho foi utilizada a cartilha de Índice de Condição de Manutenção Não Pavimentado - ICMNP, disponibilizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. O estudo identificou uma estrada com falhas de execução e patologias, como buracos, corrugações, excesso de poeira e má drenagem, o cálculo destacou a urgência de manutenção, sugerindo intervalos de dois anos, outras recomendações incluem a construção de superelevações para melhor escoamento, estrutura drenante dimensionada, valetas e piscinas de drenagem.

PALAVRAS-CHAVE:

Desenvolvimento; Áreas rurais; Patologias.

ABSTRACT

With regional development and the insertion of new markets and cultures, the population of the region increased drastically, and consequently the flow of light and heavy vehicles, making the road vital for the region's economic flow. But, with development, many parts of the roads ended up deteriorating, to the point where they became impassable. This study seeks to analyze an unpaved road located in the municipality of Guaraí-TO, the section chosen for the study is 1 km long and impermanently wide. The work shows, through images obtained in the field, the situation of the road. To conduct the evaluation of the section, the Unpaved Maintenance Condition Index booklet - ICMNP, made available by the National Department of Transport Infrastructure - DNIT, was used. The study identified a road with execution flaws and pathologies, such as

¹ Engenheiro Civil pelo Instituto Educacional Santa Catarina – IESC, Faculdade Guaraí – FAG. Guaraí/Tocantins.

² Engenheiro Civil pelo Instituto Educacional Santa Catarina - IESC, Faculdade Guaraí – FAG, Guaraí/Tocantins.

³ Engenheiro Civil, Pós-Graduando em Engenharia de Avaliações e Perícias; Construção Civil: Residenciais, Industriais e Especiais; Arquitetura e Design de Interiores: Facuminas

⁴ Engenheiro Civil, Especialista Estruturas e Fundações, Mestre em Engenharia de Barragens e Gestão Ambiental (PEBGA/UFGA), Professor nos cursos de Engenharia Civil, Agronomia e Zootecnia do IESC/FAG

holes, corrugations, excess dust and poor drainage, the calculation highlighted the urgency of maintenance, suggesting two-year intervals, other recommendations include the construction of superelevations for better drainage, structure dimensioned drainage, ditches and drainage pools.

KEYWORDS:

Development; Rural areas; Pathologies.

INTRODUÇÃO

Segundo Zuchinali, Arns (2020) as estradas são meios capazes de ligar um lugar a outro e pelo qual transitam pessoas, veículos e animais. Com o poder de interligar cidades, aproximar pessoas, escoar produtos industriais, comerciais e agrícolas, elas têm grande importância na vida cotidiana de quem as utiliza.

De acordo com Fattori (2003), infraestrutura rodoviária presente no Brasil acaba por beneficiar as áreas industriais em virtude das áreas de produção primária. A necessidade de maximizar a interligação da malha rodoviária nacional é algo existente, principalmente quando se trata da ligação através de rodovias secundárias, beneficiando produtores, dando-lhes acesso aos centros produtores e aos centros de beneficiamento e consumo.

Para Dalosto, Colturato, Pasqualetto (2016) as estradas vicinais são importantes elos entre as áreas rurais e urbanas, proporcionam o escoamento e comercialização das atividades produtivas e insumos agrícolas fundamentais à produção, além de serem, também, o principal acesso aos serviços de saúde, educação e de lazer disponíveis nas áreas urbanas para os habitantes das localidades mais distantes, aumentando, assim, os laços de desenvolvimento econômico e social, principalmente das comunidades camponesas ou agricultores familiares.

As estradas de terra correspondem ao aperfeiçoamento das trilhas iniciais feitas pelos pioneiros nos primeiros avizinhamentos. O traçado evitava complexidade, exigia pouca movimentação de solo e eram realizadas com técnicas até certo ponto modestas e rudimentares.

Devido a estrutura simplista das mesmas, adjunto as chuvas intensas, ocorrem processos erosivos, conforme Pittelkow (2013) a erosão é tida como um dos problemas ambientais de maior importância, principalmente, diante da sua visibilidade física, materializada no espaço geográfico. Embora seja um processo natural, a ação antrópica por meio em especial da agricultura e da urbanização, tem uma grande influência na sua origem e desenvolvimento visto que o homem pode ser considerado um agente ativo na modelagem e alteração da paisagem.

Levando em conta a malha viária brasileira, sendo predominantemente não pavimentada, este trabalho tem por objetivo apresentar e analisar as patologias encontradas no trecho de estrada de terra vicinal selecionado para o estudo.

O estudo se mostra de relevância ímpar por conta do aumento do povoamento e fluxo de veículos em estradas não pavimentadas, conseqüentemente aumentando a necessidade de manutenção e reconstrução, essa estrada em específico apresenta grande importância econômica, sendo responsável por conectar a ETA (Estação de Tratamento de Água) municipal, a mina de extração de calcário, além de diversos empreendimentos ligados a agropecuária do município.

Figura 1: Utilização original de estradas de terra em sua concepção



Figura 2: Modelo de estrada de terra recém feita



(1) Fonte: <https://saojoaquimonline.com.br/destaque/2020/05/13/lembrancas-de-antigamente-o-velho-carro-de-boi/>

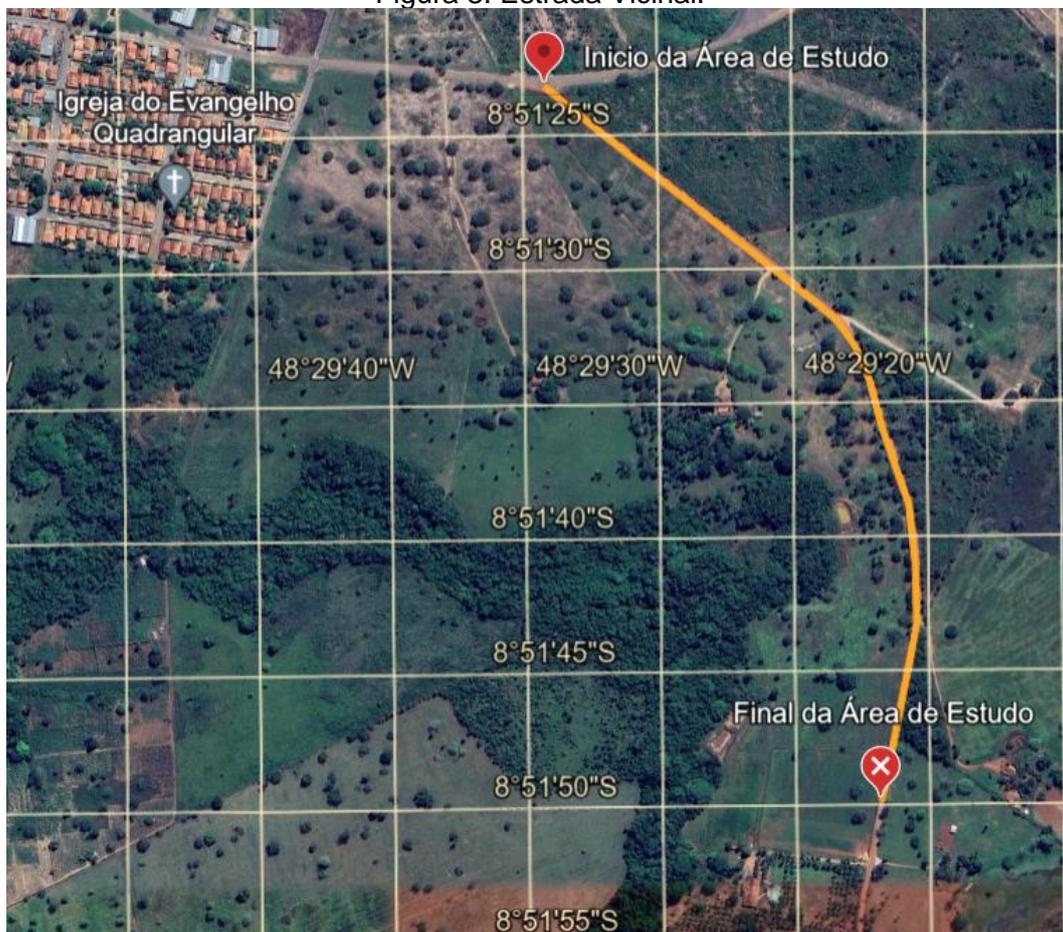
(2) Fonte: https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g2345216-d8561266-i149665593-Pousada_Rural_Serra_Verde-Itabirito_State_of_Minas_Gerais.html

de-boi/

MATERIAIS E MÉTODOS

A área escolhida para o estudo abrange uma extensão de 1 quilômetro, tendo início em lat $-8,8566676$ e long $-48,4900703$ e finalizando em lat $-8,8638305$ e long $-48,4879003$, localizada na cidade de Guaraí/TO.

Figura 3: Estrada Vicinal.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2023

Os resultados foram obtidos através do Índice de Condição de Manutenção Não Pavimentada (ICMNP) proposto pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em 2022. O ICMNP é uma métrica que fornece uma avaliação objetiva da condição das estradas não pavimentadas. Baseia-se numa fórmula empírica que relaciona as condições de manutenção observadas no terreno com os defeitos presentes na estrada.

A identificação de defeitos nas estradas, como buracos, desgaste superficial, erosão e outros problemas comuns foram registrados no local e com a ajuda de quadros e tabelas uma pontuação que reflete o estado individual das patologias é dado, aplicando a fórmula uma nota de classificação geral da estrada é calculada.

Panelas/Buracos

Ao fenômeno em que as depressões surgem na rodovia possuindo diâmetros inferiores a 1 metro mas que com o passar do tempo e da ação pluvial começam a crescer , provocando a fragmentação da pista, e que ocasionam desassociação dos constituintes da camada superficial da rodovia damos o nome de panelas ou buracos (DNIT, 2022), segundo Ribeiro (2016) A formação de buracos se dá pela contínua expulsão de partículas sólidas do leito quando da passagem de veículos sobre um local onde há acúmulo de água. A figura 4 abaixo exemplifica.

Figura 4: Buracos na Estrada Vicinal.



Fonte: Autores, 2023

Corrugações

As depressões encontradas transversalmente a pista e intervaladas de forma regular em relação a distancias são conhecidas como corrugações. São ondulações que causam desconforto aos usuários dessas vias, ocorrem de forma perpendicular ao sentido do tráfego, sua origem é a combinação do tráfego e da ação pluviométrica (DNIT, 2022), para Ribeiro (2016) entendem que as corrugações podem ocorrer tanto de forma regular

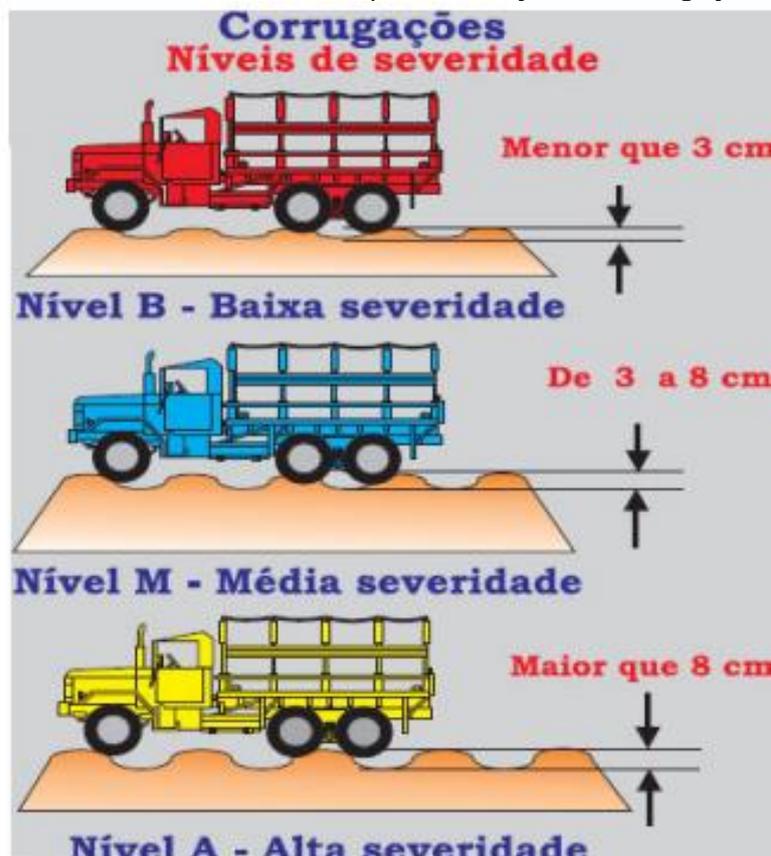
como irregular, associando as primeiras às estradas planas com o subleito formado por solos arenosos e as segundas àquelas com subleitos argilosos que, ao se secarem, se contraem formando o defeito. A figura 5 e 6 apresentam características de corrugações severidade baixa para corrugações num caso real.

Figura 5: Corrugações na Estrada Vicinal.



Fonte: Autores, 2023

Figura 6: Níveis de severidade para avaliação de corrugações.



Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

Excesso de Poeira

O processo de desagregação das partículas finas do material que constitui a parte superficial da pista de rolamento causados pelo tráfego local ocasionam a poeira. O excesso desse material é um fator de risco ao tráfego, pois causa a possibilidade de acidentes. (DNIT, 2022), segundo Baesso e Gonçalves (2003), a formação do pó, que fica superficialmente nas camadas de rolamento nas rodovias é decorrente de uma perda da fração fina de partículas presentes nas mesmas. As figuras 7 e 8 apresentam características de severidade para o excesso de poeira.

Figura 7 - Excesso de Poeira em Vicinal.



Fonte: DNIT, 2022

Figura 8 -Níveis de severidade para avaliação de excesso de poeira.



Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

Seção Transversal Imprópria

A não pavimentação de uma rodovia implica em uma seção transversal que tenha declividade suficiente para que a água pluvial seja conduzida de forma rápida para fora da plataforma. A parte central da pista fica em uma cota superior a das laterais, a exceção se dá nas curvas, onde a superelevação é um fator que permite tal alteração de condição (DNIT, 2022), Ribeiro (2016) descreve a seção transversal inadequada como o resultado de uma superfície sem declividade transversal para direcionar as águas para as sarjetas. As figuras 9 e 10 apresentam características de severidade para seção transversal imprópria.

Figura 9: Seção transversal imprópria na Estrada Vicinal.



Fonte: Autores, 2023

Figura 10 -Níveis de severidade para seção transversal imprópria.



Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

Trilha de Roda

É caracterizado por depressões que ocorrem paralelas ao eixo da pista, essas deformações podem ocorrer nas camadas de revestimento ou na base/subleito do local, sua principal causa é o tráfego intenso e falhas na compactação do solo e a fragilidade dos materiais utilizados nas camadas de rolamento ou nas subjacentes (DNIT, 2022), para Fattori (2007) a trilha de roda se caracteriza por depressões que se formam nas faixas de tráfego dos veículos, longitudinalmente ao eixo da estrada. São originadas pela deformação permanente do subleito ou camada de revestimento e resultantes das repetidas passadas dos veículos, particularmente quando os materiais que constituem possuem baixa capacidade de suporte ou quando a drenagem da plataforma é deficiente. A figura 11, abaixo, exemplifica.

Figura 11: Trilha de roda em Vicinal.



Fonte: DNIT, 2022

Drenagem deficiente

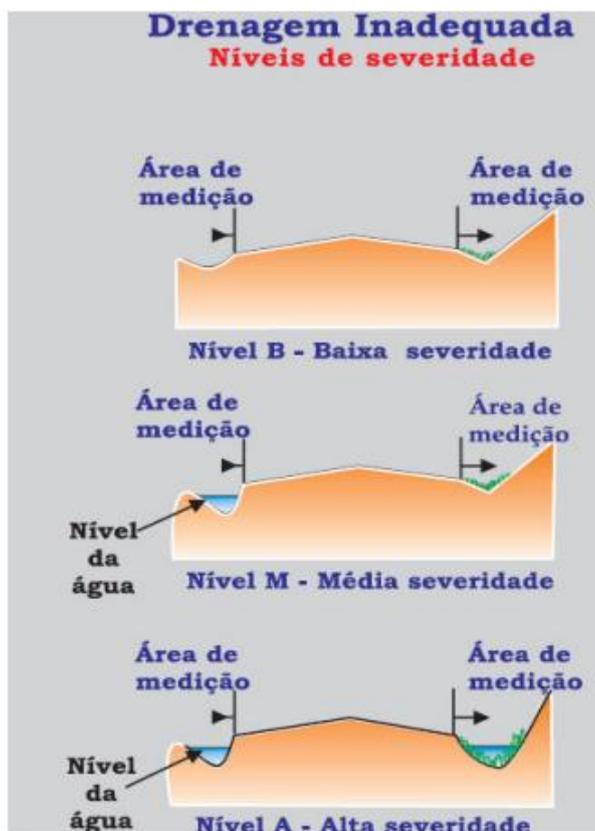
Problemas de drenagem superficial podem acabar causando acúmulo de água, a ausência de bueiros só contribui cada vez mais com o fenômeno, sendo assim esses pontos devem ser classificados com grau de severidade alta. Caso haja trechos que não tenham dispositivos e não sejam necessários não deverão ser considerados na avaliação (DNIT, 2022), Ribeiro (2016) diz que a ocorrência de drenagem inadequada na via deve-se ao funcionamento irregular de sarjetas e bueiros, devido a problemas relacionados com geometria inadequada da via ou falta de manutenção do sistema de drenagem que levam ao empoçamento de água na superfície de rolamento. As figuras 12 e 13 apresentam características de severidade para uma drenagem deficiente.

Figura 12: Drenagem Deficiente na Estrada Vicinal.



Fonte: Autores, 2023

Figura 13 -Níveis de severidade para avaliação de drenagem deficiente.



Fonte: Baesso e Gonçalves, 2003

Ponto/Segmento crítico

São pontos localizados ou trechos que se encontram com restrição severa da seção transversal das pistas, como pontos erosivos com carregamento parcial do talude da rodovia ou trechos com seção transversal desfigurado, onde a passagem do tráfego está restrita a apenas um trecho de rolamento com velocidade de tráfego < 40 km/h (DNIT,2022). A figura 14, abaixo, exemplifica.

Figura 14: Ponto/Segmento crítico na Estrada Vicinal.



Fonte: Autores, 2023

Método de Avaliação

Para a realização do levantamento são inseridos os dados observados e preenchidos em seguida em um formulário padrão de simples marcação, a figura 15A e 15B, abaixo, exemplifica. O quadro 1 descreve de forma objetiva como é feita a avaliação do número de severidade.

Figura 15A - Formulário Padrão

DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES						MINISTÉRIO DA INFRA DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAE COORDENAÇÃO-GERAL DE MANUTENÇÃO E REST								
FICHA DE INSPEÇÃO DE RODOVI														
RODOVIA														
CÓDIGO SNV														
SENTIDO SNV														
EMPRESA SUPERVISORA														
CONTRATO SUPERVISORA														
Contrato	UF	Rodovia	km inicial	km final	Extensão (km)	CONDIÇÃO DA PIST								
						Pavimento			Corrugações			Excesso de Poeira		
						Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa
XX XXXXX/20XX	XX	BR-XXX	XXX,XXX	XXX,XXX	1			X			X		X	

Fonte: Adaptado de DNIT, 2022

Figura 15B - Formulário Padrão

ESTRUTURA													
ESTRUTURA DE TRANSPORTE													
CLASSIFICAÇÃO RODOVIÁRIA - CGMRR/DIR													
CLASSIFICAÇÃO NÃO PAVIMENTADA													
CLASSIFICAÇÃO DE ROLAMENTO													
Seç. Trans. Imp.			Trilha de Roda			Drenagem			Data	Latitude	Longitude	Observação	ICMNP
Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa					
					X				XX/XX/XXX	X,XXXXXXXXXX	-XX,XXXXXXXXXX		38,750

Fonte: Adaptado de DNIT, 2022

Figura 16 - Área de estudo demarcando pontos de patologia.



Fonte: Modificado de Google Earth, 2023

Quadro 1 - Avaliação do Nível de Severidade

Tipo de Defeito	Nível de Severidade			Unidade Avaliativa
	Baixa / Bom	Média / Regular	Alta / Ruim	
Panelas / Buracos	Até 2.	3, 4 ou 5.	Maior que 5.	Quantidade/km
Corrugações	Extensão da Faixa de tráfego com presença de corrugações < 100 metros (10%) do km avaliado.	100 metros (10%) < Extensão da faixa de tráfego com presença de corrugação < 500 metros (50%) do km avaliado	Extensão da faixa de tráfego com presença de corrugações > 500 metros (50%)	% da extensão
Excesso de poeira	Tráfego produz poeira que não prejudica a visibilidade.	Tráfego produz moderada nuvem de poeira com obstrução parcial da visibilidade com diminuição a velocidade de operação da rodovia	Tráfego produz grande nuvem de poeira com obstrução severa de visibilidade com tráfego lento ou parado.	Visibilidade
Seção Transversal Imprópria	Presença de até 2 poças de água ou indicação de presença de áreas úmidas ou a rodovia não apresenta nenhuma declividade transversal.	Entre 3 a 4 poças de água ou com indicação de umidade ou a seção transversal da rodovia apresenta forma parabólica.	5 ou mais poças ou com a indicação ou a rodovia contém severas depressões na pista.	Quantidade Forma Seção
Trilha de roda	Altura da Trilha de Roda menor que 3 cm.	Altura da Trilha de Roda com altura entre 3 cm e 8 cm	Altura da Trilha de Roda com altura maior que 8 cm.	cm/km
Drenagem deficiente	Até 3 depressões nos elementos de drenagem ou evidências de umidade quanto à ocorrência nos dispositivos de drenagem ou há vegetação, detritos ou fragmentos de pedras depositados sobre os dispositivos.	Conforme definição de Baixa acrescida da presença de erosões nos dispositivos de drenagem.	4 ou mais depressões ou evidências de umidade nos dispositivos de drenagem, com a presença de vegetação ou detritos nos dispositivos de drenagem, presença de erosões e com a água fluindo superficialmente ou infiltrando à pista ou ausência de dispositivo de drenagem necessário	Quantidade Erosões Ausência dispositivo

Fonte: Adaptado de DNIT,2022

A região selecionada para pesquisa compreende a distância de 1 km, no quadro abaixo estão as patologias encontradas em suas respectivas avaliações, conforme exemplificado na figura 16.

Para o cálculo é usada a seguinte fórmula:

$$ICMNP = 25 \times P(\text{Panelas}) + 30 \times P(\text{Corrugação}) + 5 \times P(\text{Excesso de poeira}) + 15 \times P(\text{Seção transversal imprópria}) + 15 \times P(\text{Trilha de roda}) + 10 \times P(\text{Drenagem})$$

Equação 1

Em que:

ICMNP - Índice de Condição de Manutenção Não Pavimentado

P(Panelas) - Valor conforme tabela 1A

P(Corrugação) - Valor conforme tabela 1A

P(Excesso de poeira) - Valor conforme tabela 1B

P(Seção transversal imprópria) - Valor conforme tabela 1A

P(Trilha de roda) - Valor conforme tabela 1A

P(Drenagem) - Valor conforme tabela 1B

Para a classificação da estrada vicinal por fim, é necessário comparar o resultado obtido na fórmula com os valores encontrados nas seguintes tabelas:

Tabela 1A - Valores a serem utilizados de acordo com a frequência de ocorrência relacionada ao ICMNP.

Defeito	Nível de Severidade		
	Baixa	Média	Alta
Corrugações	0,50	0,75	1,00
Excesso de Poeira	0,50	0,75	1,00
Seção Transversal imprópria	0,50	0,75	1,00
Drenagem	0,50	0,75	1,00

Fonte: Adaptado de DNIT,2022

Tabela 1B - Valores a serem utilizados de acordo com nível severidade relacionada ao ICMNP.

Defeito	Nível de Severidade		
	Bom	Regular	Ruim
Panelas	0,50	0,75	1,00
Trilha de Roda	0,50	0,75	1,00

Fonte: Adaptado de DNIT,2022

Para definir o estado da condição de manutenção deverá ser comparado o resultado obtido através da equação 1 a tabela 2, mostrada a seguir.

Tabela 2 - Correspondência da condição conforme o ICMNP.

Faixa	Condição
ICMNP < 25	Bom
$25 \leq \text{ICMNP} \leq 45$	Regular
$45 \leq \text{ICMNP} < 65$	Ruim
ICMNP ≥ 65	Péssimo

Fonte: Adaptado de DNIT,2022

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para confirmação e exemplificação dos valores, será realizado o ICMNP do trecho da estrada vicinal em Guarafé-TO indicado na figura 15A e15B:

Seguindo as Tabelas 1A e 1B, os valores a serem utilizados são os seguintes:

Quadro 2 - Resultados

Defeito	Nível de Severidade	
Corrugações	0,75	Média
Excesso de Poeira	0,50	Baixa
Seção Transversal imprópria	0,75	Média
Drenagem	1,00	Alta
Panelas	1,00	Ruim
Trilha de Roda	0,50	Bom

Fonte: Autores, 2023

Utilizando a equação 1:

$ICMNP = 25 \times P(\text{Panelas}) + 30 \times P(\text{Corrugação}) + 5 \times P(\text{Excesso de poeira}) + 15 \times P(\text{Seção transversal imprópria}) + 15 \times P(\text{Trilha de roda}) + 10 \times P(\text{Drenagem})$

$ICMNP = 25 \times 1,00 + 30 \times 0,75 + 5 \times 0,50 + 15 \times 0,75 + 15 \times 0,5 + 10 \times 1$

$ICMNP = 78,75$

De acordo com os dados da Tabela 2, constata-se que o Índice de Condição de Manutenção de Pavimentos (ICMNP) para o trecho em questão é classificado como péssimo.

Para Dalosto, Colturato, Pasqualetto (2016) a técnica da “patrolagem” com o cascalhamento, quando utilizada com a compactação inadequada e com muita frequência, mostra-se extremamente ineficiente para a efetiva conservação das estradas de terra, afirmam ainda que Deficiências técnicas podem se desenvolver rapidamente quando uma estrada de terra não tem uma superfície de drenagem adequada (abaulamento transversal). Um abaulamento adequado garante que água escorra para fora do leito da estrada durante uma chuva. Na falta deste, a água fica empoçada sobre a superfície da estrada, provocando “amolecimento” do material da pista de rolamento. Resultando assim em um aumento considerável de patologias.

Também é importante citar que para Silva (2011), dentre os fatores responsáveis pela ocorrência da erosão e produção de sedimentos em estradas não pavimentadas, os mais importantes são: intensidade e duração das chuvas; características do material que compõe a superfície da estrada; características da estrada relacionadas à drenagem; declividade; tráfego; e construção e manutenção das estradas e áreas externas que drenam para as estradas.

Figura 17: Modelo de pontos de intervenção



Fonte: Autores, 2023

Com base nas análises da Agência de Transportes do Estado de Dakota do Sul nos Estados Unidos da América (South Dakota Transportation Assistance Program – SD LTAP), uma graduação de solo que garanta a estrada uma boa resistência e coesão, deve apresentar valores semelhantes ou idênticos aos tabela 3 em um ensaio de peneiramento.

Tabela 3 - Graduação ideal de pavimentos

Peneiras	Passante
¾"	100
No. 4	50-78
No. 8	37-67
No. 40	13-35
No. 200	4-15
IP	4-12

Fonte: Autores, 2023

Fattori (2007) afirma ainda que o DNIT, como a maioria dos órgãos rodoviários, adota a escala granulométrica baseada em estudos da AASHTO (Associação Americana de Rodovias do Estado e Funcionários de Transporte), que é referência em pavimentação. Com base nisso, os materiais são classificados segundo as dimensões de suas partículas.

Tabela 4 - Materiais usados no pavimento e suas dimensões granulométricas

Frações Constituintes	Diâmetro equivalente
Pedregulho	76,0 e 2,0
Areia Grossa	2,0 e 0,42
Areia Fina	0,42 e 0,075
Silte	0,075 e 0,005
Argila	Menor que 0,005

Fonte: Autores, 2023

O estudo de Zuchinali, Arns (2020) conclui que diferentes amostras de solos tiveram ganho de resistência com todos os percentuais de aditivo Dynabase, sendo importante observar que a amostra com maior teor de finos obteve maior ganho de resistência devido às partículas argilosas absorvem os íons de cálcio do aditivo, o que modifica as suas propriedades, gerando efeitos de cimentação e impermeabilização, além da obstrução dos canais capilares, reduzindo a quantidade de vazios presentes no solo, confirmando que a utilização de aditivos também pode ser uma solução viável frente a falta de matéria prima adequada.

Foi demonstrado em cálculo que a estrada se encontra em péssima condição, evidenciando elevada a necessidade de manutenção. Consoante a Silva (2011), os intervalos das manutenções em estradas de terra devem ocorrer em intervalos médios de dois anos, além disso, mesmo estando a drenagem da água no leito da estrada funcionando corretamente, canais de drenagem em condições inapropriadas podem provocar séria degradação da estrada já nas primeiras chuvas, portanto é estritamente importante a correta construção das estruturas drenantes.

CONCLUSÃO

A estrada utilizada neste estudo apresentava falhas de execução tais como, materiais de constituição errôneos que resultaram nos problemas estruturais listados abaixo, excesso de buracos/panelas e corrugações devido má compactação, moderado nível de poeira devido ao excesso de finos, considerados defeitos na seção transversal além de médio nível de trilha de roda por conta da má drenagem. Esses conjuntos de características mostraram que a avaliação do cálculo de ICMNP para esse ter=ho em questão é péssima.

O trabalho relata uma avaliação superficial a respeito do índice de manutenção seguindo os padrões nacionais usados pelo DNIT. Para garantir um estudo mais aprofundado é necessário realizar testes de resistência e caracterização, tais como; Granulometria, Limite de liquidez, Limite de plasticidade, massa específica, Compactação e o Índice de suporte Califórnia.

A construção das superelevações da estrada para garantir um escoamento mais efetivo e menos danosa a pista de rolamento. Além de ser indispensável a construção da estrutura drenante de forma dimensionada, considerando o índice pluviométrico da região, o material utilizado na pista de rolamento, a geologia e topografia do terreno. A execução de valetas e piscinas de drenagem para com a inclinação da pista de rolamento que deve estar entre 3 e 4%.

Podemos concluir que para a execução de uma boa estrada rural é necessário conhecimento acerca dos materiais a serem utilizados na produção da mesma, para garantir conforto, segurança e funcionalidade é necessário usar materiais finos e granulados na medida adequada. Todas as propostas exemplificadas aqui devem ser acompanhadas de um estudo de tráfego para que a estrada consiga suportar as cargas em que ela será exposta.

REFERÊNCIAS

Baesso, Dalcio Pickler; GONÇALVES, Fernando Luiz R. **Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção**. Florianópolis : Governo do Estado de Santa Catarina , 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/409445208/Tecnicas-Adequadas-de-Estradas-de-Terra-Baesso-e-Goncalves-pdf> Acessado em 26 jan. 2023.

Dalosto, João Augusto & Colturato, Silvio & Pasqualetto, Antônio. (2016). Estradas vicinais de terra: estudo técnico da rodovia MT-336. **Enciclopédia Biosfera**. 13. 1637-1648. 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_147.

Departamento Nacional De Infraestrutura E Transporte, DNIT. **RESOLUÇÃO Nº 5, DE 27 DE ABRIL DE 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/atos-normativos/tipo/resolucoes>. Acessado em 09 fev. 2023.

Fattori, B. J.; Nunez, W. P. **Manual para manutenção de estradas com revestimento primário**. Trabalho de conclusão de graduação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007, 1-80p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78281/000897119.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em 07 jun. 2023.

Ribeiro, Laura Carine Pereira. **Avaliação funcional da superfície de rolamento e práticas de manutenção com viés ambiental aplicadas a uma estrada de terra de Viçosa- MG**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/7824/1/texto%20completo.pdf> acessado em 09 jun. 2023

Pittelkow, Graciele Carls. **Erosion on dirt road in the** Campo de Instrução de Santa Maria

(CISM). 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/9393>. Acessado em 15 abr. 2023.

São Joaquim Online. **Lembranças de Antigamente: O velho carro de boi**. 13 de maio de 2020. Disponível em: <https://saojoaquimonline.com.br/destaque/2020/05/13/lembrancas-de-antigamente-o-velho-carro-de-boi/>. Acessado em 11 set. 2023

Silva, Danilo Paulúcio da. **Model for the design of surface drainage systems for unpaved roads**. 2011. 132 f. Tese (Doutorado em Construções rurais e ambiência; Energia na agricultura; Mecanização agrícola; Processamento de produ) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/708/1/texto%20completo.pdf> Acessado em 07 jun. 2023.

Skorseth, Ken, et SELIM, Ali A. (2000). **Gravel Roads: maintenance and design manual**. South Dakota Local Transportation Program – SD LTAP, US Department of Transportation, Federal highway Administration – FHWA. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-10/documents/2003_07_24_nps_gravelroads_gravelroads.pdf Acessado em 23 set. 2023

Tripadvisor. **Estradas de terra para caminhadas**. Junho de 2013. Disponível em: https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g2345216-d8561266-i149665593-Pousada_Rural_Serra_Verde-Itabirito_State_of_Minas_Gerais.html. Acessado em 11 set. 2023

Zuchinali, J. C.; Arns, P. **Estabilização e melhoramento do solo de uma estrada de terra localizada no Município de Morro Grande - SC, com estabilizante Dynabase**. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (ECI) - Santa Catarina, Dez-2019, 1-15p. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/7514/1/JuliaCrepaldiZuchinali.pdf> Acessado em 12 abr. 2023.