

Estradas vicinais não pavimentadas: avaliação das condições de trafegabilidade em trecho contido em comunidade do Sertão de Pernambuco, Brasil

Unpaved back roads: evaluation of traffic conditions on a stretch contained in a community in the Sertão de Pernambuco, Brazil

Carreteras secundarias sin asfaltar: evaluación de las condiciones del tráfico en un tramo contenido en una comunidad del Sertão de Pernambuco, Brasil

Recebido: 21/09/2020 | Revisado: 27/09/2020 | Aceito: 01/10/2020 | Publicado: 04/10/2020

André Soares Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9463-0964>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: asmandre92@gmail.com

Daniel Baracuy da Cunha Campos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5952-4250>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: danielbaracuy@yahoo.com.br

Maria das Vitórias do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5788-5028>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: vitoriaeng@yahoo.com.br

Resumo

No Brasil, grande parte da malha rodoviária ainda é composta por estradas não pavimentadas, ou seja, que não possui a superfície de rolamento revestida por material asfálticos, concreto ou por alvenaria polidétrica e mesmo com tamanha importância socioeconômica, é comum a situação de estado inadequado das condições de trafegabilidade em muita dessas estradas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar as condições de uma estrada não pavimentada situada no município de Santa Maria da Boa Vista – PE, partindo da aplicação do método Unsurfaced Road Condition Index (URCI). A metodologia utilizada consistiu na identificação e análise das patologias atuantes na superfície da estrada, verificando a densidade e o nível de severidade apresentados em cada um dos defeitos presentes, conforme

o manual técnico TM 5-626, reproduzido pelo Departamento do Exército dos EUA, possibilitando, ao final da análise, a classificação da condição em que se encontra a via. Esse procedimento foi repetido em todas as unidades amostrais devidamente localizadas em trechos distribuídos ao longo da via. Ao fim das análises, obteve-se um valor de URCI médio = 59,2 determinando, dessa forma, a classificação geral da estrada em análise como BOA. O método demonstrou ser de fácil execução, podendo ser uma boa opção de ferramenta para o auxílio à gestão destas estradas.

Palavras-Chave: Manutenção de vias; Estradas de terra; Defeitos.

Abstract

In Brazil, a large part of the road network is still composed of unpaved roads, that is, that does not have the bearing surface covered with asphalt, concrete or polyhedral masonry and even with such socioeconomic importance, the situation of inadequate status is common. traffic conditions on many of these roads. In this sense, the objective of this work was to verify the conditions of an unpaved road located in the municipality of Santa Maria da Boa Vista - PE, starting from the application of the Unsurfaced Road Condition Index (URCI) method. The methodology used consisted of the identification and analysis of pathologies acting on the road surface, verifying the density and severity level presented in each of the defects present, according to the technical manual TM 5-626, reproduced by the US Army Department, allowing , at the end of the analysis, the classification of the condition in which the road is found. This procedure was repeated in all sampling units properly located in sections distributed along the road. At the end of the analyzes, an average URCI value = 59.2 was obtained, thus determining the general classification of the road under analysis as GOOD. The method proved to be easy to implement and can be a good tool option to help manage these roads.

Keywords: Road maintenance; Dirt roads; Defects.

Resumen

En Brasil, una gran parte de la red vial todavía está compuesta por caminos sin pavimentar, es decir, que no tiene la superficie de apoyo cubierta con asfalto, concreto o mampostería poliédrica e incluso con tal importancia socioeconómica, la situación de estatus inadecuado es común. condiciones del tráfico en muchas de estas carreteras. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue verificar las condiciones de una vía sin asfaltar ubicada en el municipio de Santa Maria da Boa Vista - PE, a partir de la aplicación del método Índice de Condición Vial

No Asfaltada (URCI). La metodología empleada consistió en la identificación y análisis de patologías que actúan en la superficie de la carretera, verificando la densidad y nivel de severidad presentado en cada uno de los defectos presentes, de acuerdo con el manual técnico TM 5-626, reproducido por el Departamento del Ejército de los Estados Unidos, permitiendo , al final del análisis, la clasificación del estado en el que se encuentra la vía. Este procedimiento se repitió en todas las unidades de muestreo debidamente ubicadas en tramos distribuidos a lo largo de la vía. Al final del análisis, se obtuvo un valor URCI promedio = 59.2, determinando así la clasificación general de la vía bajo análisis como BUENA. El método demostró ser fácil de implementar y puede ser una buena opción de herramienta para ayudar a administrar estas carreteras.

Palabras clave: Mantenimiento de carreteras; Caminos de tierra; Defectos.

1. Introdução

Economicamente falando, as estradas possibilitam a abertura de novos horizontes para o desenvolvimento de grandes centros, viabilizando o acesso à matéria prima, o escoamento rápido da produção e possibilitando a sondagem de regiões até então inexploradas, permitindo a ligação com os centros urbanos bem desenvolvidos fortalecendo, assim, a economia regional. No âmbito social, as estradas permitem a expansão das políticas públicas, atingindo a população situada em zonas menos desenvolvidas e afastadas dos centros urbanos (LOPES *et al.*, 2008).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (2007), é usualmente utilizado o termo vicinais para se referir as estradas locais, com a principal finalidade de propor o acesso às propriedades situadas nas margens dessas vias ou o percurso que levam a povoados de menores proporções. O Departamento de Estradas e Rodagens do Estado de São Paulo (DER/SP) (2012) propõe uma definição semelhante no que se diz respeito a características de vias locais, acrescentando o fato de normalmente se apresentarem como estradas de pista única, com sua superfície podendo conter, ou não, alguma forma de revestimento, possuindo um padrão técnico reduzido, compatível com o tráfego que habitualmente as utilizam.

As estradas vicinais permitem a conexão entre as zonas rurais e urbanas, possibilitando ao fluxo e a comercialização das atividades produtivas e insumos agrícolas essenciais à produção, além de permitirem ao acesso, para a população rural, aos serviços básicos de educação, saúde e lazer que disponíveis nos centros urbanos, proporcionando,

dessa forma, ao avanço do desenvolvimento socioeconômico regional (Dalosto, Colturato & Pasqualetto, 2016).

Conforme dados apresentados na 23ª edição da Pesquisa de rodovias, produzidas pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) (2019), do total de 1.720.700 km de malha rodoviária brasileira, 1.349.938 km correspondia extensão das vias não pavimentadas, ou seja, que não possuía um revestimento da superfície de rolamento por material asfálticos, concreto ou por alvenaria poliédrica, contemplando assim 78,5 % do total da malha viária nacional.

O fato da grande maioria das estradas não pavimentadas terem se estabelecido de forma rústica, muitas vezes sendo traçadas seguindo somente as condições naturais do relevo sem levar em consideração qualquer estudo técnico, contribui para a ocorrência de uma condição inadequada da trafegabilidade local (Santos, Brito & Silva, 2020).

Dessa maneira, o mérito científico da pesquisa se filia à análise de intervenções que promovam a readequação das vicinais não pavimentadas, já que a qualidade das rodovias, independentemente de sua atribuição, principal ou secundária, deve manter estreita ligação ao direito social prometido e assegurado pelo Estado, haja vista que prestações positivas, a partir de ações afirmativas, por exemplo, compõe o rol de máximas voltadas ao gerenciamento das vicinais.

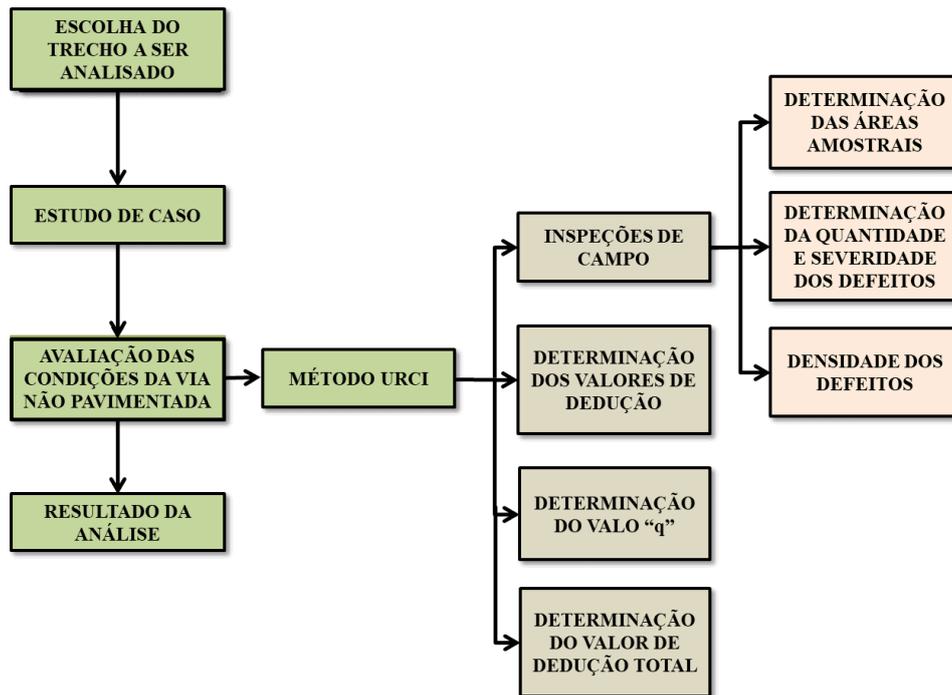
Dessa forma, o objetivo desse trabalho firmou-se na avaliação do estado de usabilidade da estrada vicinal em análise em um trecho contido no sertão pernambucano, com base na aplicação de ferramenta da administração da manutenção, apontando as condições de operação a partir da obtenção do Índice de Condição de Estradas Não Pavimentadas – URCI.

2. Metodologia

Este trabalho refere-se a um estudo de caso, onde foi empregada uma metodologia qualitativa - quantitativa para avaliação dos resultados (Pereira et al., 2018). O ensaio delimitar-se-á à especificidade de uma área de observação, coadunando, por consequência lógica, a restrição ao conteúdo e acompanhamento individual de um trecho contido em uma estrada vicinal não pavimentada, a partir da utilização de um método URCI para a análise das condições de superfícies e gerenciamento da manutenção.

Para o melhor esclarecimento acerca das etapas realizadas nesse trabalho, a Figura 1 apresenta o fluxograma do processo metodológico.

Figura 1 - Fluxograma metodológico.

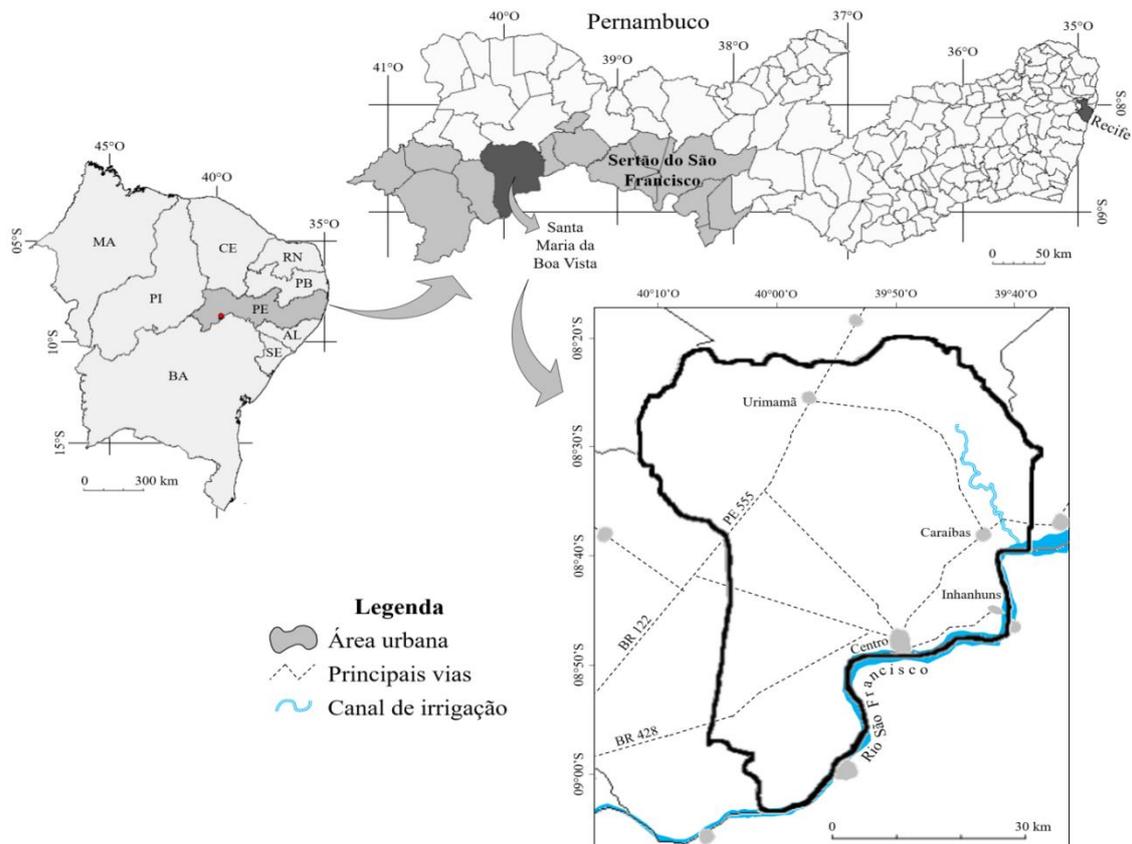


Fonte: Autores (2019).

2.1 Estudo de Caso

O estudo foi realizado na localidade de Santa Maria da Boa Vista, uma pequena cidade do nordeste brasileiro. Distanto 611 km (seiscentos e onze quilômetros) da capital Recife - PE, o município integra a região designada como Vale do São Francisco, a qual se caracteriza pelo desenvolvimento da agricultura irrigada (Figura 2).

Figura 2 – Localização geográfica do município de Santa Maria da Boa Vista – PE.



Fonte: Autores (2019).

A Figura 2 destaca a localização do município onde foi aplicada a ferramenta de análise da qualidade das estradas não pavimentadas. A cidade possui uma população estimada de 41.931 habitantes, com uma frota total de 9.946 veículos, tendo grande parte da sua economia baseada no cultivo agrícola, dispondo de uma área de 7.115 hectares, utilizada para o cultivo permanente, se destacando o plantio de banana, ocupando cerca de 52% da área total e com uma produção de 66.600 toneladas no ano de 2018 (Departamento Nacional de Trânsito [DENATRAN], 2020 & Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2018).

2.2 Análise das condições de estradas não pavimentada a partir do método URCI

A ferramenta avaliativa foi desenvolvida pelo “United State Army Corps of Engineers” (Corpo de Engenheiros dos Estados Unidos da América), sendo retratado em publicação produzida por Eaton, Gerard e Cate (1987), como o título de “Rating Unsurfaced

Roads” (Classificação de Estradas Não Pavimentadas), em seguida foi adaptado para o Sistema Métrico no manual técnico TM 5-626, publicado pelo “*Department of the Army*”(Departamento do Exército dos Estados Unidos da América), em janeiro de 1995, intitulado como “*Unsurfaced Road Maintenance Management*” (Gerenciamento da Manutenção de Estradas Não Pavimentadas).

Para a aplicação do método é necessário à realização de investigação de campo sobre pequenos trechos de áreas amostrais que contemplam a seção da via em estudo. Durante essas inspeções que foram efetuadas as análises detalhada em torno dos defeitos atuantes. Em seguida, deu-se início a determinação dos valores de dedução, finalizando com a obtenção do valor URCI, índice que classifica a via conforme contrastado aos intervalos da escala de classificação das condições. Os dados coletados e os resultados das análises de todas as unidades amostrais foram registrados em planilhas de inspeção (Figura 3).

Figura 3 – Planilha de inspeção.

Planilha de inspeção								
Data da inspeção:		24/10/2019		Unidade Amostral:		1		
Condição climática:		Dia claro sem chuva		Comprimento:		30 m		
Estrada:		Estrada do Areal		Largura:		6,4 m		
Seção:		Única		Área:		192 m ²		
				Coordenadas:		08°39'27,6" W 039°43'43,8"		
Esboço da área analisada:								
Análise de campo								
Tipo de defeito		Seção transversal inadequada (m)	Drenagem lateral inadequada (m)	Buracos (Unidades)	Corrugações (m ²)	Trilha de roda (m ²)	Poeira	Segregação de agregados (m)
Quantidade/ Severidade	Baixa	30			88,4			22
	Média						x	
	Alta		60					
Determinação do URCI								
Tipo de defeito		Severidade	Densidade	VD	q	VDT	URCI	
Seção transversal inadequada		Baixa	15,63	11,9	4	70,8	60	
Drenagem lateral inadequada		Alta	31,25	25,9				
Corrugações		Baixa	46,04	23				
Poeira		Média	x	4				
Segregação de agregados		Baixa	11,46	6				
Observações:								
Classificação:		Boa		Inspetor:		André		

Fonte: Autores (2019).

Na Figura 3 é possível observar uma das planilhas de inspeção já preenchida, contendo as informações coletadas durante as inspeções de campo e o resultado da análise e a classificação obtida para aquela unidade amostral específica.

2.2.1 O trecho em análise e a determinação das unidades amostrais

Algumas estradas não pavimentadas podem alcançar grandes extensões, com isso, é necessária a divisão da via em seções contendo trechos com características uniformes ao longo de todo seu percurso, ou seja, trechos com a mesma composição estrutural (material e espessura), mesmo volume de tráfego, mesmo histórico de construção e a mesma condição da superfície. As seções, por sua vez, foram subdivididas em trechos menores denominados de unidade amostral, estas consistem em pequenas áreas amostrais onde foram realizadas as análises detalhada dos defeitos atuantes sobre a via.

Em geral, é recomendada uma unidade amostral para cada 800 m de via, onde cada unidade contemple um trecho com comprimento aproximado de 30 metros de extensão, desde que sua área permaneça entre 140 m² a 325 m², do contrário, a extensão da unidade amostral pode ser aumentada ou diminuída.

A escolha das unidades amostrais deve ser bastante criteriosa, pois é sobre estas pequenas porções de áreas que serão feitas as vistorias de campo, dessa forma, como critério de escolha, pode-se selecionar regiões que contenham características representativas para todo o trecho em a unidade amostral encontra-se situada. As unidades amostrais devem ser demarcadas em campo e representadas em mapa, de modo que a análise seja repetida anualmente, sempre na mesma época e na mesma área de inspeção.

O trecho tem seu início nas coordenadas geográficas de latitude 8°39'21.96" e longitude 39°43'53.01", finalizando nas coordenadas de latitude 8°41'25.12" e longitude 39°42'36.51" com uma extensão aproximada de 4,6 km (Figura 4).

Na Figura 4 podem ser observadas as localizações das unidades amostrais.

Figura 4 - Localização das unidades amostrais.



Fonte: Google Earth (2019).

Na Figura 4 destaca o trecho em estudo, bem como a localização de todas as seis unidades amostrais onde foram realizadas as inspeções de campo. Todas as unidades amostrais foram situadas em segmentos diferentes da via, onde cada um dos segmentos contemplava uma extensão aproximada de 800m de estrada.

2.2.2 Tipos de defeitos e seus critérios de análise.

Além do registro da ocorrência, é necessária a determinação da quantidade e do nível de severidade que ostentam cada um dos defeitos presente, dessa forma, nos itens a seguir serão retratados os critérios para a análise detalhada dos defeitos durante as inspeções de campo, conforme previsto pelo Department of the Army (1995). No Quadro 1 pode-se observar as principais patologias, exceto o defeito de poeira, que atingem as vias não pavimentadas, assim como os seus repetíveis graus de severidade de ocorrência.

Quadro 1 – Principais defeitos das vias não pavimentadas e seus níveis de severidade.

Defeitos	Definição	Nível de severidade (Department of the army, 1995).
Seção transversal inadequada	Formato inapropriado do perfil geométrico da seção transversal da via, dificultando o escoamento das águas em sentido as laterais da pista (Baesso & Gonçalves, 2003).	<p>Baixa: superfície sem inclinação transversal ou com baixa presença de deformações.</p> <p>Média: superfície apresenta formato de bacia ou com média ocorrência de deformações.</p> <p>Alta: a plataforma apresenta graves depressões.</p>
Drenagem lateral inadequada	Irregularidades presentes nas valetas laterais responsáveis pela condução da água (Moreira, 2003).	<p>Baixa: ocorrência ou indícios da ocorrência do acumulo de água e sutil obstrução das valetas.</p> <p>Média: ocorrência ou indícios da ocorrência do acumulo de água, moderada obstrução das valetas e ocorrência de erosões nesses elementos de drenagem.</p> <p>Alta: ocorrência ou indícios da ocorrência do acumulo de água, elevada obstrução das valetas, ocorrência de erosões nesses elementos de drenagem e água escoando sobre a plataforma.</p>
Corrugação	Deformações distribuídas em espaçamentos razoavelmente regulares formando ondulações dispostas transversalmente ao sentido do tráfego (Baesso & Gonçalves, 2003).	<p>Baixa: profundidade < 2,5 cm.</p> <p>Média: 2,5 cm < profundidade < 7,5 cm.</p> <p>Alta: profundidade > 7,5 cm.</p>

<p>Trilha de roda</p>	<p>Deformação do solo que se estendem longitudinalmente, paralelo ao eixo da via, originada devido à passagem constante das rodas dos veículos sobre regiões com baixa capacidade de suporte (Santos, 2013).</p>	<p>Baixa: profundidade < 2,5 cm. Média: 2,5 cm < profundidade < 7,5 cm. Alta: profundidade > 7,5 cm.</p>
<p>Poeira</p>	<p>Nuvens de poeira que podem diminuir a visibilidade e afetar os motores dos veículos(CODASP, 2013).</p>	<p>Baixa: nuvem fina de poeira. Média: nuvem de poeira com densidade moderada, afetando parcialmente a visibilidade. Alta: formação de nuvem de poeira com densidade elevada, afetando consideravelmente a visibilidade.</p>
<p>Segregação de agregados</p>	<p>Soltura dos agregados que constitui a superfície de rolamento que se acumulam fora do percurso normal das rodas, amontoando-se nas áreas menos percorridas (Baesso & Gonçalves, 2003).</p>	<p>Baixa: baixa quantidades de agregados soltos ou acumulando-se em bermas com altura menores que 5 cm. Média: grande quantidade agregados soltos ou acumulando-se em bermas com altura entre 5 cm e 10 cm. Alta: agregados soltos acumulam-se em bermas com alturas maiores que 10 cm.</p>

Fonte: Autores (2019).

Buracos é outro defeito de ocorrência comum nas estradas não pavimentadas, consiste no surgimento de cavidades sobre a superfície de rolamento, apresentando, na maioria das vezes, um formato de panela (Moreira, 2003). No Quadro 2 são determinados os critérios para determinação do nível de severidade para o defeito de buracos.

Quadro 2 – Níveis de severidades do defeito de buracos.

Profundidade máxima do buraco	Diâmetro médio da abertura			
	<u>Até 30 cm</u>	<u>Entre 30 cm e 60 cm</u>	<u>Entre 60 cm e 100 cm</u>	<u>Maior que 100 cm *</u>
<u>Entre 1,5 cm e 5 cm</u>	Baixa	Baixa	Média	Média
<u>Entre 5 cm e 10 cm</u>	Baixa	Média	Alta	Alta
<u>Maior que 10 cm</u>	Média	Alta	Alta	Alta

*Para buracos com diâmetros maiores que 1 m, deve-se determinar a área em m² e dividir por 7, obtendo assim, o número equivalente de buracos.

Fonte: Adaptado de Department of the Army (1995).

2.2.3 Determinação dos valores de dedução (VD)

Após a finalização da inspeção de campo, onde foi realizado todo o levantamento quantitativo e a determinação das severidades dos defeitos presente, foi dado início ao procedimento para a aquisição dos Valores de Dedução (VD) que abrange a cada um dos defeitos atuantes. Para a determinação desses valores, faz-se necessário o cálculo da densidade dos defeitos e a utilização ábacos contendo as curvas de dedução, que variam conforme o nível de severidade do defeito.

Densidade dos defeitos

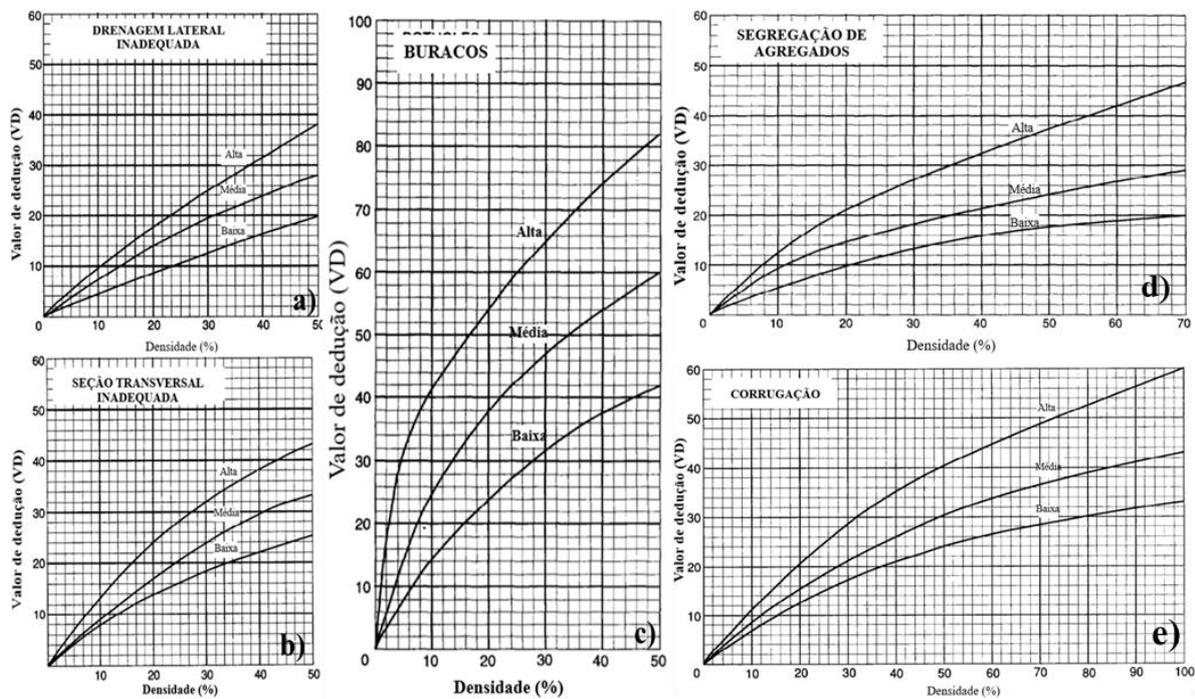
O cálculo da densidade dos defeitos consiste em uma simples operação matemática expressa pela razão entre a quantidade dos defeitos e a área inspecionada, obtendo assim um valor percentual da densidade. O cálculo foi repetido para todos os defeitos, com exceção do defeito de poeira, onde os valores dedutíveis são tabelados conforme o nível de severidade em que o defeito se encontra.

Curvas de dedução de valores

Com exceção do defeito de poeira, os Valores de Dedução (VD) podem ser determinados a partir da utilização ábacos específicos para cada defeito contendo os traçados das curvas de dedução, dessa forma, a obtenção desses valores se dar em função da densidade calculada e do nível de severidade do defeito atuante. Na Figura 5 encontram-se os ábacos

para determinação dos valores de dedução dos defeitos de drenagem lateral inadequada, seção transversal inadequada e buracos.

Figura 5 - Ábacos para determinação dos valores de dedução para os defeitos: a) Drenagem lateral inadequada; b) Seção transversal inadequada; c) Buracos; d) Segregação de agregados; e) Corrugação.



Fonte: Adaptado de Department of the Army (1995).

Note que para cada um dos ábacos representados na Figura 5 é possível observar o traçado de três curvas, onde cada uma destas refere-se ao nível de severidade no qual o defeito observado se encontra (Baixa, Média e Alta), com essa informação e utilizando-se das suas respectivas densidades, é possível determinar, no eixo vertical, os Valores de Dedução para cada um dos defeitos em análise.

Para o defeito de excesso de poeira os valores de dedução são determinados diretamente conforme a Tabela 1, sem a necessidade de utilização de um ábaco específico.

Tabela 1 – Valores de dedução para o defeito de poeira.

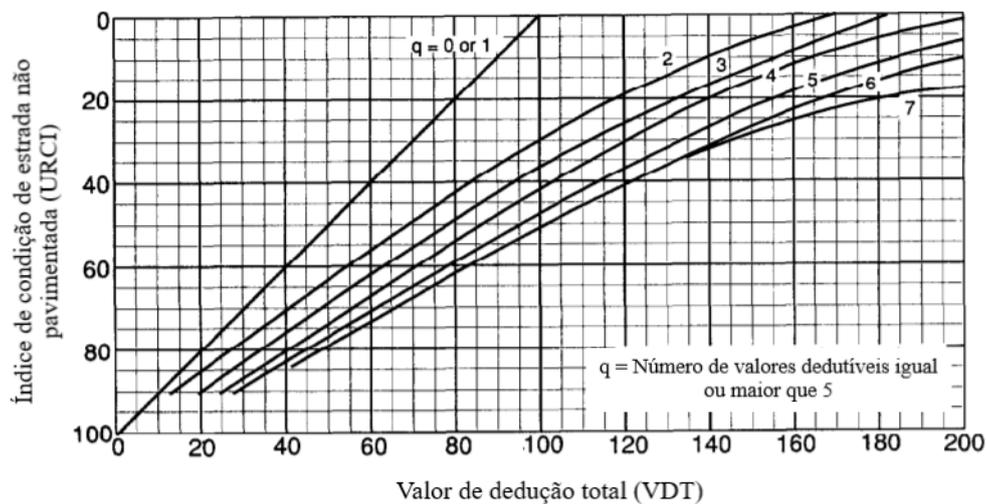
Nível de severidade	Valores de Dedução (VD)
Baixo	2
Médio	4
Alto	15

Fonte: Adaptado de Department of the Army (1995).

2.2.4 Determinação do Valor de Dedução Total (VDT), valor “q” e do valor URCI

Para a definição do URCI é necessário que antes seja determinado o Valor de Dedução Total (VDT) e o valor “q”. O VDT é obtido a partir do somatório de todos os Valores de Dedução pertinentes aos defeitos atuantes na unidade amostral, enquanto que o valor “q” refere-se a contagem de vezes em que um valor de dedução apresentou um valor maior que 5. Com isso, de posse desses dados e utilizando o ábaco das curvas URCI (Figura 6), pôde-se determinar o valor URCI da área amostral analisada.

Figura 6 - Ábaco para determinação do valor URCI.



Fonte: Department of the Army (1995).

Note que para o ábaco representados na Figura 6 é possível observar o traçado de sete curvas, onde cada uma destas refere-se ao valor de “q” encontrado anteriormente, com essa informação e utilizando-se do Valor de Dedução Total, é possível determinar, no eixo

vertical, índice URCI do trecho em análise. Com o valor de URCI obtido, pôde-se classificar a estrada conforme a utilização da escala de classificação representada na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de classificação das condições das estradas não pavimentadas.

Classificação	Escala URCI
Excelente	85 – 100
Muito Boa	70 - 85
Boa	55 – 70
Regular	40 -55
Pobre	25 - 40
Muito Pobre	10 - 25
Péssima	0 - 10

Fonte: Adaptado de Department of the Army (1995).

A Tabela 2 destaca os tipos de classificações das condições de trafegabilidade do trecho de uma determinada estrada, tal classificação varia conforme os valores do índice URCI encontrados. Para determinação do URCI de toda a seção da via em análise é necessário apenas o cálculo da média entre todos os valores de URCI determinados individualmente, em cada uma das áreas amostrais inspecionadas ao longo da seção.

3. Resultados e discussões

3.1 Resultados individuais das unidades amostrais

Nos itens a seguir serão descritos os resultados adquiridos durante as análises das áreas amostrais, bem como a classificação de cada trecho, conforme a metodologia apresentada.

3.1.1 Unidade amostral 1

Com o desfecho da análise a unidade obteve um VDT de 70,8 e um valor de URCI de 60 classificando a unidade como de boas condições de trafegabilidade, contudo, vale destacar a ausência de dispositivos de drenagem lateral e ocorrência de seção transversal sem o abaulamento necessário, ao longo de todo o trecho. Na Figura 7 pode-se verificar todos os defeitos que foram presentes na unidade amostral 1.

Figura 7 – Defeitos da unidade amostral 1: a) Poeira; b) Segregação de agregados; c) Ausência das valas de drenagem lateral; d) Corrugações; e) Seção transversal inadequada.



Fonte: Autores (2019).

3.1.2 Unidade amostral 2

A unidade amostral 2 obteve um valor de VDT de 74,9 e URCI de 61, classificando a unidade como de boas condições de trafegabilidade, no entanto, assim como ocorreu na unidade amostral anterior, foram observadas irregularidades da seção transversal e ausência de dispositivos de drenagem lateral. Na Figura 8 estão apresentados os diferentes tipos de defeitos presentes na unidade amostral.

Figura 8 – Defeitos da unidade amostral 2: a) Poeira; b) Ausência das valas de drenagem lateral; c) Seção transversal inadequada; d) Segregação de agregados.

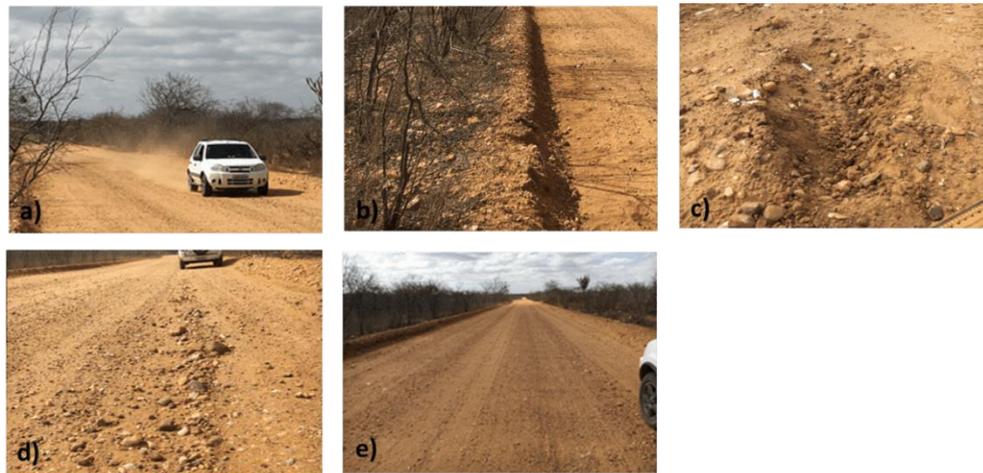


Fonte: Autores (2019).

3.1.3 Unidade amostral 3

Na unidade amostral 3 o valor VDT obtido foi de 55,5 e URCI de 64,5 classificando a unidade como boa condição de trafegabilidade. Com relação aos valores do índice URCI essa foi a única seção onde foi verificada a presença do defeito do tipo buraco, sendo esta, uma ocorrência isolada presente em apenas um único ponto da unidade amostral e classificada como de severidade baixa. Da mesma forma que ocorreu nas unidades amostrais 1 e 2, foram observadas irregularidades da seção transversal e ausência de dispositivos de drenagem lateral. Na Figura 9 estão apresentados os diferentes tipos de defeitos presentes na unidade amostral.

Figura 9 – Defeitos da unidade amostral 3: a) Poeira; b) Ausência das valas de drenagem lateral; c) Buraco; d) Segregação de agregados; e) Seção transversal.

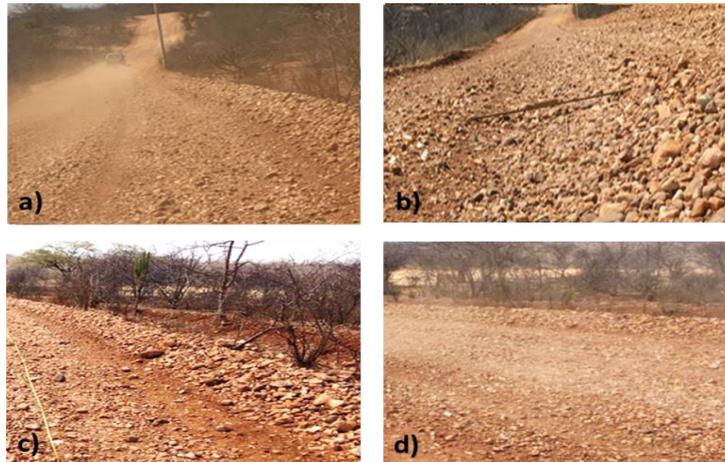


Fonte: Autores (2019).

3.1.4 Unidade amostral 4

Com um VDT de 83 e URCI de 46 a unidade amostral 4 foi a que obteve o pior resultado, sendo esta a unidade classificada como de condição regular de trafegabilidade. No geral, todos os defeitos atuantes nesse trecho apresentaram-se de forma bastante notória, com destaque ao defeito de segregação de agregados, com a presença de grande quantidade de material solto sobre a plataforma, além do mais, também ocorreram às irregularidades da seção transversal e ausência de dispositivos de drenagem lateral, semelhante ao que foi constatado nas unidades amostrais anteriores. Na Figura 10 estão apresentados os diferentes tipos de defeitos presentes na unidade amostral.

Figura 10 – Defeitos da unidade amostral 4: a) Poeira; b) Seção transversal inadequada; c) Ausência das valas de drenagem lateral; d) Segregação de agregados.



Fonte: Autores (2019).

3.1.5 Unidade amostral 5

A unidade amostral 5 obteve um VDT de 81,6 e URCI de 60,5 classificando a unidade como de boa condição de trafegabilidade. Assim como ocorreu nas unidades amostrais anteriores, foram observadas irregularidades da seção transversal e ausência de dispositivos de drenagem lateral. Na Figura 11 estão apresentados os diferentes tipos de defeitos presentes na unidade amostral 5.

Figura 11 – Defeitos da unidade amostral 5: a) Poeira; b) Seção transversal inadequada; c) Segregação de agregado; d) Ausência das valas de drenagem lateral.

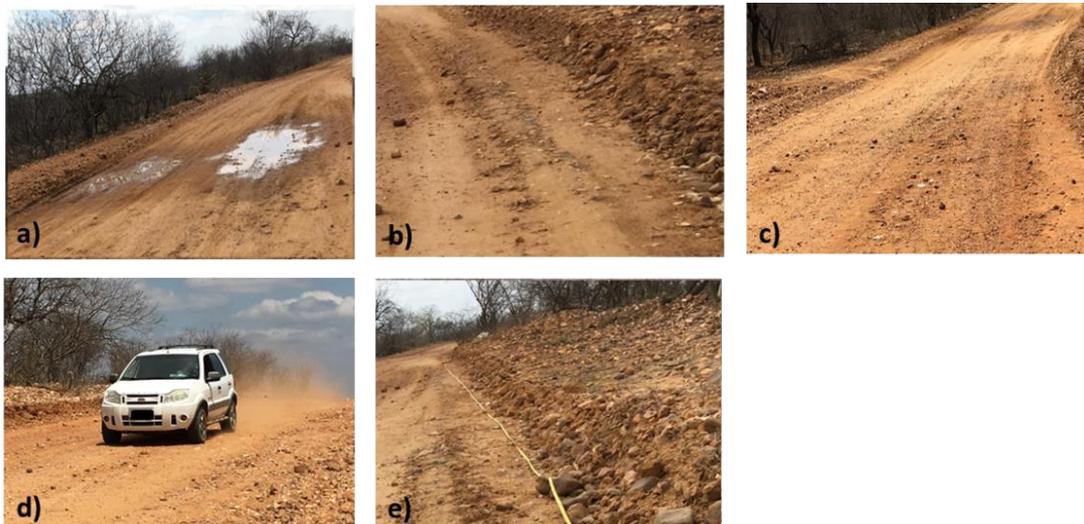


Fonte: Autores (2019).

3.1.6 Unidade amostral 6

Com um VDT de 65,4 e URCI de 63 a unidade amostral 6 também foi classificada como de boa condição de trafegabilidade. Assim como as demais unidades amostrais anteriores, a inspeção de campo constatou a irregularidade da seção transversal e ausência de dispositivos de drenagem lateral, com presença de água acumulada sobre a plataforma. A unidade amostral 6 foi a única cuja foi observado a ocorrência do trilho de roda, sendo esse defeito ainda ocorrendo em pequeno trecho e com severidade baixa. Na Figura 12 estão apresentados os diferentes tipos de defeitos presentes na unidade amostral 6.

Figura 12 – Defeitos da unidade amostral 6: a) Seção transversal inadequada; b) Trilha de roda; c) Segregação de agregados; d) Poeira; e) Ausência das valas de drenagem lateral.



Fonte: Autores (2019).

3.2 Classificação da estrada segundo o método URCI

Na Tabela 3 é apresentado um resumo dos resultados obtidos em cada uma das unidades amostrais, bem como a classificação geral da via conforme o cálculo do URCI médio.

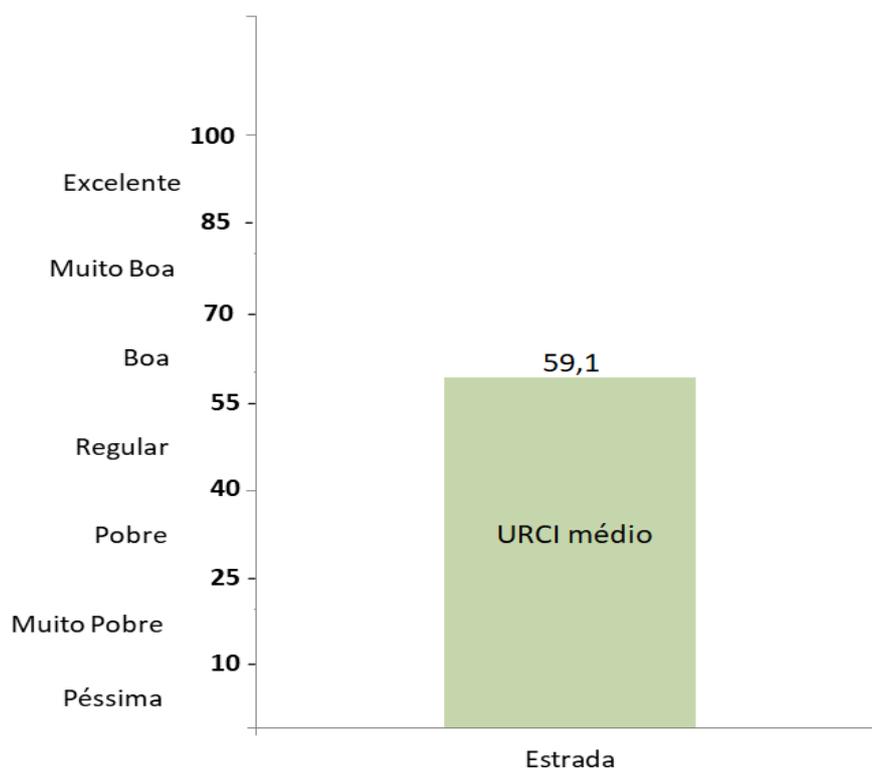
Tabela 3 – Classificação da via.

Unidades amostrais	URCI	Classificação	URCI médio	Classificação da estrada
1	60	Boa		
2	61	Boa		
3	64,5	Boa		
4	46	Regular	59,2	Boa
5	60,5	Boa		
6	63	Boa		

Fonte: Autores (2019).

A partir da observação dos dados da Tabela 3 é possível observar que o valor médio, considerando todos os resultados das unidades amostrais, foi de $URCI_{médio} = 59,1$ classificando toda a seção da estrada como Boa condição de trafegabilidade (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Classificação geral da estrada.



Fonte: Autores (2019).

No Gráfico 1 é possível constatar que o valor de $URCI_{\text{médio}}$ calculado encontra-se entre o intervalo de valores 55 e 70, ou seja, dentro da faixa de classificação Boa, sendo essa a classificação final do trecho em estudo.

Contudo, vale destacar a ausência de dispositivos de drenagem lateral e ocorrência de seção transversal inadequada durante toda a extensão do trecho em análise, podendo ser estas, características cruciais para a manutenção das condições do trecho ao longo do ano, pois, conforme Baesso e Gonçalves (2003), por melhor que seja a classificação da via, irremediavelmente durante a ocorrência de chuvas, a água que irá precipitar sobre a plataforma ficará acumulada ou escoará de maneira inadequada sobre a superfície de rolamento, favorecendo assim ao surgimento imediato de deteriorações acentuadas que prejudicam as condições de trafegabilidade do trecho.

É importante ressaltar o quanto a ferramenta agrega em desempenho técnico nas avaliações e na gestão da manutenção, principalmente, das estradas vicinais não pavimentadas, no entanto, para uma eficiência completa do que se propõe a ferramenta, é necessário expandir as análises para as demais vias que compõe a malha viária local e realizando as inspeções nas mesmas unidades amostrais em no mínimo duas épocas diferentes, em épocas de chuva e seca, sem falar que o alinhamento do método juntamente com o estudo de tráfego local, contribuiria em uma maior facilidade nas tomadas de decisões, visto que as prioridades de manutenção seriam mais facilmente identificadas.

4 Considerações Finais

Com relação aos resultados da classificação, a unidade amostral 4 foi a que apresentou pior resultado, sendo esta considerada como de condição regular, fato esse que coincidiu com o que foi previsto antes da aplicação do método, pois essa unidade encontra-se situada em trecho que, visualmente, apresentava o pior estado. A estrada vicinal foco da análise obteve, como classificação geral, a condição de boa. Com relação à aplicabilidade, o método demonstrou-se ser de simples execução e de fácil compreensão, podendo ser facilmente empregado para verificação das condições das vias não pavimentadas.

Outra questão que pode ser analisada é a verificação da precisão dos resultados para a classificação da via obtidos com a utilização do método URCI, método esse inicialmente desenvolvido para avaliação das estradas norte-americanas. Dessa forma, recomenda-se para a realização de trabalhos futuros, a verificação da necessidade de adaptação deste método às condições das estradas não pavimentadas brasileiras.

Referências

Baesso, D. P., & Gonçalves, F. L. (2003). Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção. Florianópolis: DER.

Codasp. (2013). Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Melhor Caminho Estrada Vicinal de Terra: Manual Técnico para Conservação e Recuperação. São Paulo, 89 p. Recuperado de <http://www.codasp.sp.gov.br/Artigos/melhor-caminho/>.

CNT. (2019). Pesquisa CNT de Rodovias. Recuperado de <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>.

Dalosto, J. A. D., Colturato, S. C. O., & Pasqualetto, A. (2016). Estradas vicinais de terra: estudo técnico da rodovia MT-336. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, 13(23), 1637.

DER – Departamento de Estradas e Rodagens. (2012). Manual básico de estradas e rodovias vicinais. Vol. 1. Planejamento, projeto, construção e operação. BID: São Paulo. Recuperado de file:///C:/Users/DOCUMENTOS/Downloads/Manual_Basico_de_Estradas_e_Rodovias_Vicinais-Volume_I.pdf.

DNIT – Departamento Nacional de Estradas e Rodagens. (2007). Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas. Brasília. Recuperado de <http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/rodoviasfederais/terminologiasrodoviarias/terminologias-rodoviarias-versao-11.1.pdf>.

Eaton, R. A., Gerard, S., & D.W. Cate. (1987). Rating Unsurfaced Roads – A field manual for measuring maintenance problems. U.S. Army Corps of Engineers. Cold Regions Research & Engineering Laboratory, Special Report 87-15. Washington, D.C., EUA. Recuperado de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a185621.pdf>.

Eaton, R., Beaucham, R., (1995). Unsurfaced Road Maintenance Management, Technical Manual 5-626. Headquarters, Department of the Army, Washington DC., EUA. Recuperado de https://www.wbdg.org/FFC/ARMYCOE/COETM/tm_5_626.pdf.

Lopes, R. M., Silva e Souza, G, da S., Lopes, I, G, V., Oliveira, M. da S., Barcelos, F, C., & Bogodo, P, R. (2008). Estradas rurais ou urbano-industriais Processo de escolha em regime de competição por fundos públicos. *Revista de politica agrícola da EMBRAPA*, ano 17 (4), 47 – 50.

Moreira, F. E. B. (2003). Um modelo de avaliação da evolução geométrica das patologias em vias não pavimentadas: aplicação ao caso do município de Aquiraz. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.*

Pereira, A.S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. [e-book]. Santa Maria. UAB/NTE/UFSM.

Ribeiro, L. C. P. (2016). Avaliação funcional da superfície de rolamento e práticas de manutenção com viés ambiental aplicadas a uma estrada de terra de Viçosa - MG. 2016. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, Brasil.*

Santos, I. A. S. L. (2013). Estabilidade de geomateriais em estradas não pavimentadas: propriedades relevantes e métodos de dimensionamento. *Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.*

Santos, Y. R. P. dos., Brito, J. J. C. P. de A., & Silva, M. dos S. S. (2020). Avaliação dos elementos de projeto e do estado de conservação do trecho de uma estrada vicinal do estado de Pernambuco, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(9), e602997501. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7501>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

André Soares Martins – 52%

Daniel Baracuy da Cunha Campos – 24%

Maria das Vitórias do Nascimento – 24%