

CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DOS BURACOS DAS RODOVIAS DE ACESSO À CIDADE DE CARAÚBAS/RN E SEUS IMPACTOS NA SEGURANÇA VIÁRIA

TEMPORAL CHARACTERIZATION OF THE POTHOLES ON THE ACCESS ROADS TO THE CITY OF CARAÚBAS/RN AND THEIR IMPACTS ON ROAD SAFETY

Jonatan Gomes Rodrigues¹
Renata de Oliveira Marinho²

RESUMO:

Os sinistros de trânsito são influenciados por diferentes variáveis, como as condições mecânica dos veículos e o estado físico e mental dos condutores. A infraestrutura viária também desempenha um papel importante no comportamento dos motoristas e, conseqüentemente, na ocorrência de acidentes. Nesse contexto, a presença de buracos em rodovias é um fator que compromete a via e conseqüentemente afeta a segurança viária. Dessa forma, esse trabalho busca avaliar as condições de conservação das rodovias estaduais que dão acesso à cidade de Caraúbas/RN, com foco no perfil e na distribuição de buracos, analisando seus impactos na segurança viária e propondo soluções práticas para a mitigação dos problemas identificados. A avaliação foi realizada em quatro trechos, dois da rodovia estadual RN-117 e dois da RN-233, nos quais foram analisados buracos em cinco pontos diferentes de cada trecho, e comparando esses pontos com dados do Google Street View. Também foi feito um estudo sobre o volume de tráfego em cada trecho. Observou-se que em 95% dos pontos avaliados, os buracos surgiram após novembro de 2022 e em um dos trechos, na qual foi avaliada a maior porcentagem de tráfego de veículos pesados, 60% dos buracos surgiram nos últimos 6 meses. De maneira geral, os trechos avaliados contêm muitos buracos, sendo que em dois trechos o estado geral é bem mais deteriorado, necessitando de uma intervenção para recuperar o estado ideal e reestabelecer níveis de segurança adequados para os usuários.

Palavras-chave: Estado do pavimento; Caracterização de buracos; Defeitos em pavimentos.

ABSTRACT:

Traffic accidents are influenced by various factors, such as the mechanical conditions of vehicles and the physical and mental state of drivers. Road infrastructure also plays a significant role in driver behavior and, consequently, in the occurrence of accidents. In this context, the presence of potholes on highways is a factor that compromises the roadway and consequently affects road safety. Thus, this study aims to evaluate the conservation conditions of the state highways providing access to the city of Caraúbas/RN, focusing on the profile and distribution of potholes, analyzing their impacts on road safety, and proposing practical solutions to mitigate the identified problems. The evaluation was conducted on four segments, two of the RN-117 state highway and two of the RN-233, where potholes were analyzed at five different points in each segment, comparing these points with data from Google Street View. A study on traffic volume in each segment was also carried out. It was observed that in 95% of the evaluated points, the potholes appeared after November 2022, and in one of the segments, which recorded the highest percentage of heavy vehicle traffic, 60% of the potholes appeared in the last six months. Overall, the evaluated segments contain numerous potholes, with two segments in significantly more deteriorated conditions, requiring intervention to restore their ideal condition and reestablish adequate safety levels for users.

Key words: Pavement condition; Pothole characterization; Pavement defects.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório global sobre a segurança rodoviária divulgado em 2023 pela Organização Mundial da Saúde (OMS), os sinistros de trânsito podem ser considerados um problema de saúde pública, tendo em vista que por ano, cerca de 1,19 milhões de pessoas perdem suas vidas em decorrência de acidentes no trânsito, e estima-se que entre 20 a 50 milhões de pessoas ficam feridas ou com sequelas.

Kassu e Hasan (2019) afirmam que a segurança no trânsito é um campo complexo e multifatorial, influenciado por aspectos humanos, veiculares e estruturais das vias. Estudos recentes apontam que o comportamento do motorista é um dos principais fatores de risco para acidentes, sendo práticas como excesso de velocidade, desatenção e desrespeito à sinalização cruciais para a ocorrência de sinistros. Além disso, as condições do pavimento desempenham

um papel significativo na segurança viária, impactando diretamente a dirigibilidade e o comportamento dos condutores. Problemas como baixa aderência, falhas na drenagem, geometria inadequada, buracos, afundamentos e ondulações comprometem a estabilidade do veículo, aumentando os riscos de acidentes.

A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2018) reforça que superfícies rodoviárias em más condições dificultam a condução do veículo na trajetória desejada, o que pode levar à perda de controle e, consequentemente, a acidentes. Esses fatores se somam a outras variáveis importantes, como fadiga, consumo de substâncias e inexperiência dos motoristas, frequentemente citadas como causas relevantes em estudos sobre sinistros rodoviários. Assim, a interação entre o estado das rodovias e o comportamento dos condutores se torna um ponto crítico para a promoção da segurança viária.

Entretanto, a modelagem desses fatores é complexa, uma vez que variáveis como comportamento humano e condições ambientais são dinâmicas e difíceis de prever com precisão. Nesse contexto, a engenharia de transportes desempenha um papel essencial na promoção da segurança viária, especialmente por meio da melhoria das condições das vias e da implementação de medidas que minimizem os riscos de acidentes.

A CNT (2024), através de análises, mostra que 69,6% das rodovias do Rio Grande do Norte (Federais e Estaduais) estão classificadas como regulares, ruins ou péssimas, no que se refere ao estado geral da via, o que representa um risco significativo para a segurança dos usuários. Buracos ao longo das vias, por exemplo, forçam motoristas a realizar desvios bruscos, aumentando as chances de colisões e capotamentos. Além disso, rodovias esburacadas frequentemente causam danos aos veículos, como problemas nos pneus e na suspensão, o que eleva os custos de manutenção e compromete ainda mais a segurança.

Nesse contexto, a problemática deste estudo surge da necessidade de pesquisas que mapeiem as condições dessas rodovias com foco na segurança viária, especialmente na região do Médio Oeste Potiguar. As rodovias que dão acesso à cidade de Caraúbas/RN, onde se encontra um dos Campi da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), apresentam trechos com pavimentação deteriorada, com histórico de acidentes, entre outros fatores que agravam os riscos para motoristas, sendo que esses problemas evidenciam que há a necessidade de análises mais detalhadas que correlacionem a infraestrutura rodoviária à segurança viária da região.

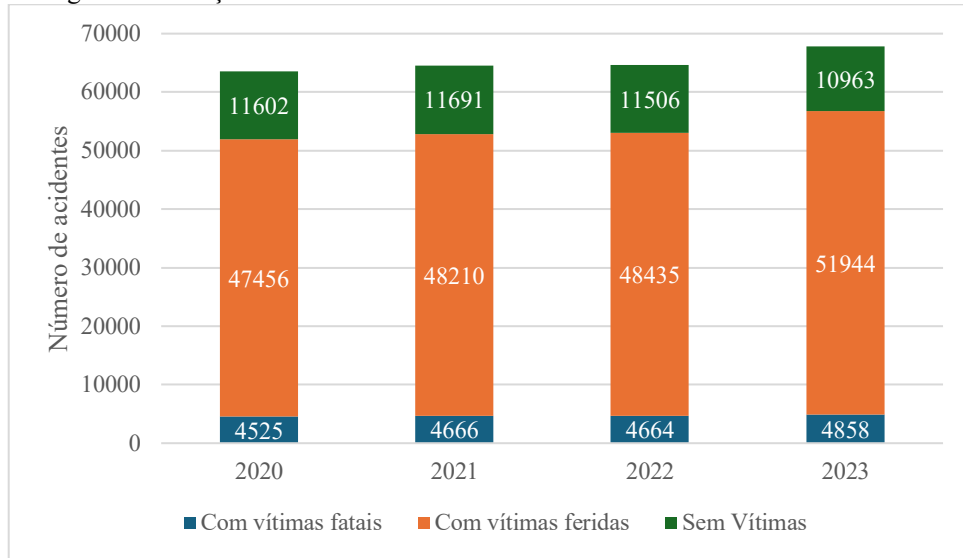
Dessa forma, o trabalho tem como objetivo avaliar as condições de conservação das rodovias estaduais que dão acesso à cidade de Caraúbas/RN, com foco no perfil e na distribuição de buracos, analisando seus impactos na segurança viária e propondo soluções práticas para a mitigação dos problemas identificados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Cenário de Acidentes

De acordo com dados da CNT (2024), no ano de 2023, foram registrados 67.766 acidentes em rodovias federais no Brasil, dos quais 4.858 resultaram em vítimas fatais e 51.944 em pessoas feridas. Quando somados aos acidentes ocorridos em rodovias estaduais, esse número é significativamente maior. Além das perdas humanas irreparáveis e do impacto na saúde e bem-estar dos usuários, os acidentes representam um custo expressivo aos cofres públicos, estimado em R\$ 13,95 bilhões por ano. Entre 2020 e 2023, o número de acidentes no Brasil cresceu 6,6%, enquanto o de vítimas aumentou 7,3%, conforme apresentado na Figura 1.

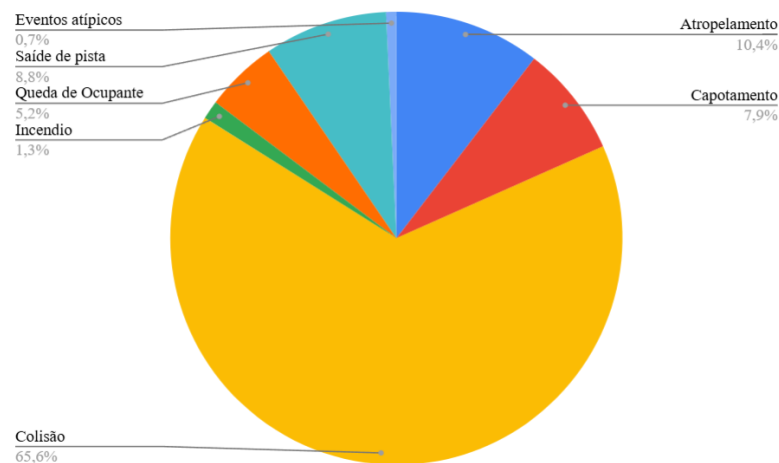
Figura 1: Evolução no número de acidentes em rodovias federais entre 2020 e 2023



Fonte: Adaptado de CNT, 2024.

Analisando o painel de acidentes disponibilizado no site da CNT, em 2023 no Rio Grande do Norte o número de acidentes em rodovias federais foi de 1.362, sendo que 1.156 deles teve alguma vítima (fatal ou com ferimentos). Destes acidentes, o que apresenta maior ocorrência é de colisão, seguido por atropelamentos e saídas de pista, representando 893, 142 e 120 ocorrências respectivamente. A figura 2 demonstra a porcentagem de cada um desses acidentes no Rio Grande do Norte em 2023.

Figura 2: Distribuição de acidentes em rodovias federais do Rio Grande do Norte em 2023 por tipo



Fonte: Adaptado de CNT, 2024

Embora esses números sejam expressivos, é importante destacar que representam apenas os registros em rodovias federais, deixando de lado os acidentes em rodovias estaduais. Ao considerar esses outros dados, o quadro geral se agrava. De acordo com o último relatório do DETRAN/RN, em 2022 o estado registrou 488 vítimas fatais em acidentes de trânsito, sendo que 433 desses casos ocorreram em municípios do interior. Na cidade de Caraúbas, por exemplo, foram relatados dois acidentes com vítimas fatais, correspondendo a 0,4% do total estadual.

2.2. Fatores que influenciam na segurança viária

Os acidentes de trânsito têm causas multifatoriais, conforme destacado por Kassu e Hasan (2019), sendo influenciados por fatores como problemas mecânicos nos veículos, comportamento dos motoristas e condições das vias. Entre esses elementos, a infraestrutura rodoviária se destaca como o único que pode ser aprimorado. Estudos demonstram que rodovias em boas condições contribuem significativamente para a redução do risco de acidentes, destacando assim a importância de investimentos contínuos na manutenção e conservação viária para a segurança dos usuários.

O estado das rodovias exerce influência direta em situações que favorecem a ocorrência de acidentes. A análise do ambiente das vias abarca todos os componentes do sistema de uma rodovia, como o projeto geométrico, a sinalização, as condições do pavimento, a funcionalidade dos dispositivos de drenagem e as características gerais da via.

É importante ressaltar que os acidentes raramente são causados por um único fator. Pelo contrário, eles resultam da interação de diversos elementos. Segundo Tamayo (2010), há uma tendência em atribuir exclusivamente ao fator humano a responsabilidade pelos acidentes de trânsito, negligenciando outros aspectos, como as condições das vias e dos veículos, que podem agravar as falhas humanas e aumentar o risco de colisões.

2.3. Estado Geral das rodovias do RN

O relatório da CNT (2024) apresenta um panorama da condição geral das rodovias no Brasil, considerando aspectos como pavimento, sinalização e geometria das vias. Foram avaliados 111.853 km de rodovias em todo o território nacional, abrangendo rodovias federais e estaduais. A análise revelou que 26,6% da extensão avaliada encontra-se em estado considerado entre péssimo ou ruim. Esses dados, juntamente com as classificações das demais categorias, estão ilustrados na Figura 3.

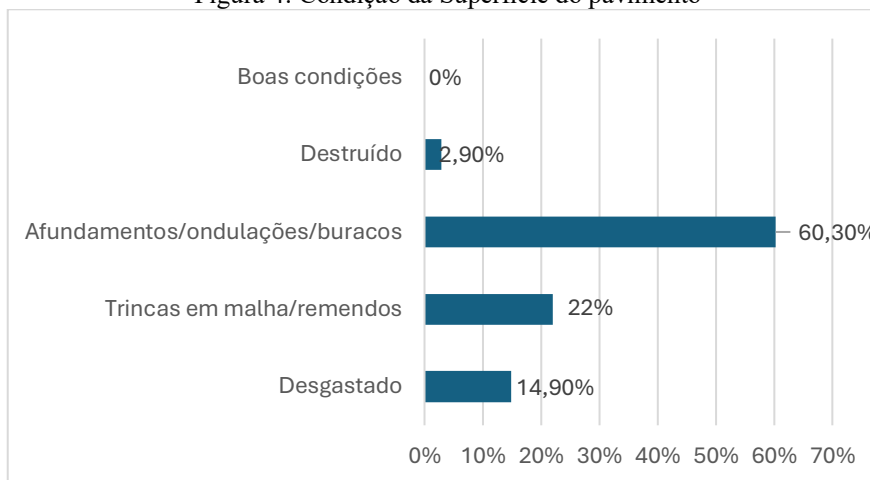
Figura 3: Classificação do estado geral das rodovias do Brasil

Estado Geral	Extensão total	
	km	%
Ótimo	8.338	7,5
Bom	28.476	25,5
Regular	45.263	40,4
Ruim	23.239	20,8
Péssimo	6.537	5,8
Total	111.853	100,0

Fonte: CNT, 2024

Quando analisamos especificamente as rodovias estaduais do Rio Grande do Norte, os resultados indicam uma situação preocupante em relação ao estado de conservação dessas vias. 88% estão classificadas em estado ruim e péssimo, enquanto 12% se encontra num estado regular (CNT, 2024). Nenhuma rodovia foi classificada como estando em bom ou ótimo estado no que se refere ao aspecto geral. No que diz respeito à condição da superfície do pavimento, problemas como afundamentos, ondulações e buracos representam a principal deficiência, abrangendo 60,3% da extensão avaliada (CNT, 2024). Esses dados estão representados na Figura 4.

Figura 4: Condição da Superfície do pavimento



Fonte: Adaptado de CNT, 2024.

Como demonstrado na figura anterior, os buracos em rodovias representam um problema significativo para a infraestrutura viária, e podem gerar diversos transtornos e consequências negativas. Entre os principais impactos estão o desconforto dos passageiros, danos estruturais e mecânicos aos veículos, aumento dos custos de manutenção e reparos, além do risco potencial de acidentes de trânsito.

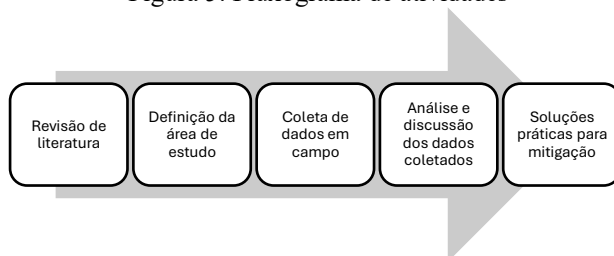
Wu et al. (2019) destacam que os buracos são um dos defeitos mais críticos encontrados em estradas, sendo considerados um problema que demanda uma maior atenção. Além disso, Yang, Kim e Shin (2021) reforçam essa perspectiva ao apontar que buracos, dependendo de suas dimensões e da velocidade do tráfego no local, podem se tornar extremamente perigosos. Esses defeitos comprometem a integridade do pavimento, tornam o trajeto mais arriscado, elevam a probabilidade de danos aos pneus, suspensão e outros componentes dos veículos, e aumentam significativamente o risco de colisões e outros tipos de acidentes.

Além das consequências diretas para os usuários, os buracos geram custos econômicos elevados, uma vez que pavimentos deteriorados exigem intervenções constantes de manutenção e podem demandar reconstruções mais onerosas no longo prazo. A qualidade das rodovias brasileiras exerce um impacto direto na eficiência econômica e no desenvolvimento social do país (CNT, 2024). Assim, a presença de defeitos, como os buracos podem comprometer a percepção de qualidade dessas vias, afetando negativamente sua confiabilidade e atratividade para o transporte comercial e o turismo. Assim, é evidente que a identificação, monitoramento e reparo adequado dos buracos são indispensáveis para garantir a segurança e a funcionalidade das estradas, além de minimizar impactos sociais, econômicos e ambientais.

3. METODOLOGIA

O início do estudo se deu através da escolha do tema, tendo em vista a problemática dos buracos nas rodovias estaduais do Rio Grande do Norte. Em sequência, foi realizada uma revisão de literatura, com o objetivo de embasar teoricamente o estudo e assim determinar os objetivos da pesquisa, seguida pela definição da área de estudo, na qual foram escolhidos os trechos a serem estudados. Após essa etapa, ocorreu a coleta dos dados em campo, para subsidiar as análises, bem como a obtenção dos resultados da referida pesquisa. Por fim, foi realizada a análise e discussão dos dados coletados, permitindo interpretar os resultados obtidos e trazer soluções práticas para a mitigação dos defeitos encontrados. Todo fluxograma está demonstrado na figura 5.

Figura 5: Fluxograma de atividades

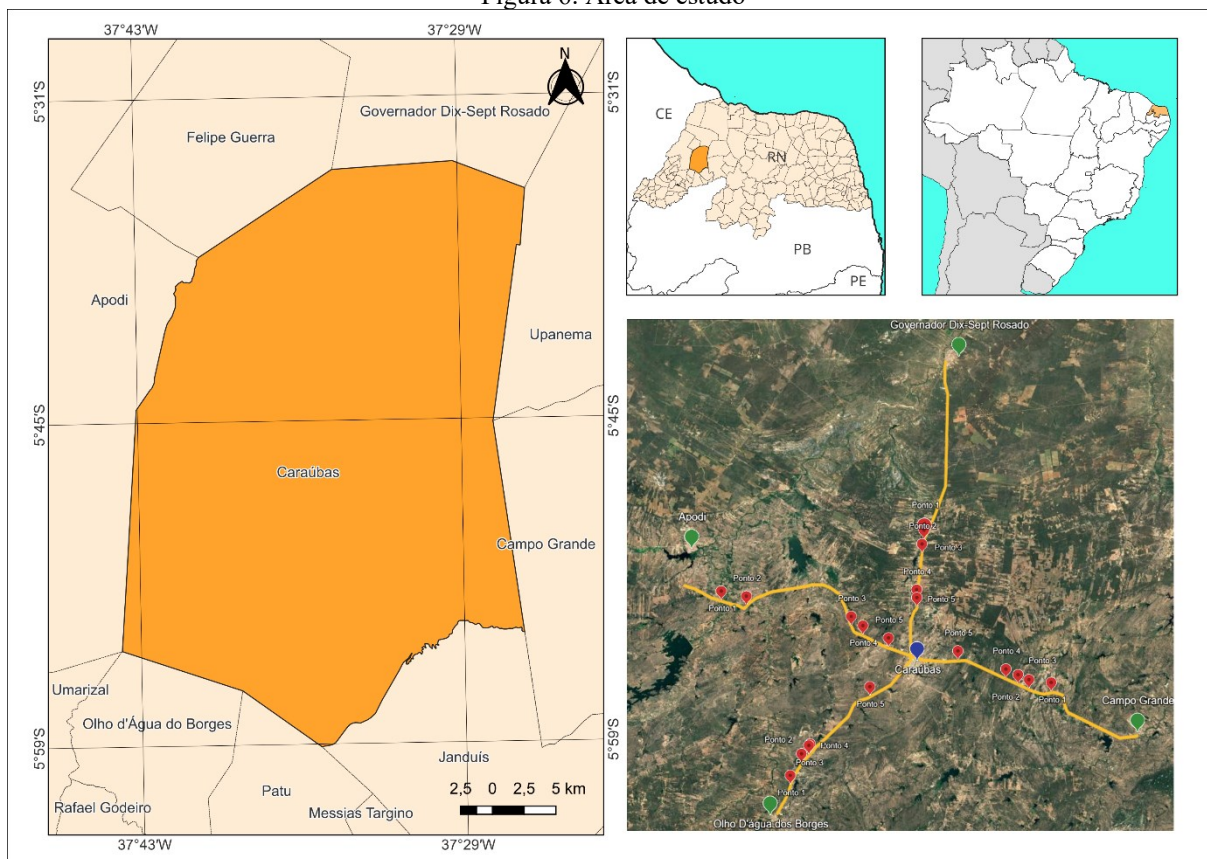


Fonte: autoria própria, 2024

3.1. Definição da área de Estudo

Este estudo foi realizado em trechos das rodovias estaduais RN-117 e RN-233, que dão acesso à cidade de Caraúbas, localizada no Estado do Rio Grande do Norte (RN). O objetivo foi fazer uma avaliação temporal das condições de conservação e caracterizar os buracos na via. Para isso, foram selecionados quatro trechos em um raio de 30 km: Caraúbas – Olho D’Água dos Borges, Caraúbas – Apodi, Caraúbas – Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas – Campo Grande, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Área de estudo



Fonte: autoria própria, 2024

Em termos populacionais, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Caraúbas é o 28º maior município do estado, com 19.727 habitantes. Além disso, a cidade abriga um dos quatro campi da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), que contribui significativamente para a dinâmica local.

3.2. Coleta de dados em campo

A coleta de dados foi realizada identificando e analisando buracos em cinco pontos de interesse em cada um dos quatro trechos, selecionados com base em critérios de criticidade. Esses pontos incluíram áreas situadas em curvas horizontais e/ou verticais, que, segundo estudos como o de Buddhavarapu, Banerjee e Prozzi (2013), são as mais vulneráveis à ocorrência de acidentes.

A análise dos buracos foi realizada utilizando trenas, prancheta e celular para fazer as capturas fotográficas e a coleta das coordenadas geográficas. Para cada buraco, foram registrados parâmetros como diâmetro, comprimento, profundidade e distância até a borda da pista. Além disso, foram coletadas as coordenadas de cada um dos pontos.

Imagens obtidas no Google Street View também foram utilizadas para analisar a evolução dos buracos nos pontos estudados. As imagens escolhidas correspondem aos anos de 2024, 2022 e 2019, sendo estas as mais recentes disponíveis. Vale ressaltar que não foi possível obter informações precisas sobre o histórico de manutenções que podem ter acontecido na via durante esses anos analisados.

3.3. Estudo de Tráfego

Paralelamente à coleta de dados em campo, foi realizada uma contagem volumétrica de tráfego para os quatro trechos de análise, com o objetivo de correlacionar o fluxo de veículos com os dados obtidos na análise de campo. Um ponto de análise foi selecionado no entroncamento das duas rodovias (Figura 7) localizado no perímetro urbano da cidade de Caraúbas. Durante cinco dias consecutivos, entre 8h e 9h da manhã, foi conduzido um estudo de contagem de tráfego de forma manual.

Figura 7: Local onde foi feita o estudo de tráfego



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024.

A contagem volumétrica foi realizada com base no método descrito no Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), utilizando a ficha de contagem volumétrica I. Contudo, o estudo foi adaptado para atender às especificidades do contexto analisado, mantendo os principais critérios de classificação de veículos estabelecidos pelo manual. Os veículos foram categorizados em quatro grupos principais: veículos leves (Figura 8), ônibus (Figura 9), caminhões (Figura 10) e outros (Figura 11).

Para estimar o tráfego diário de maneira simplificada, considerando que há uma baixa demanda durante a madrugada, adotou-se o procedimento de multiplicar a contagem horária por um fator de 12, conforme a metodologia aplicada por Oliveira (2018) e Rodrigues (2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de campo

Na análise de campo, foram examinados quatro trechos das rodovias RN-117 e RN-233, com foco na identificação e caracterização de buracos presentes nos pavimentos. Os dados obtidos foram organizados e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Dados de campo

Trecho	Ponto	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Profundidade (cm)	Coordenadas	
1: Caraúbas – Olho D'água dos Borges	1	83	71	8,4	5°55'14.1"S	37°41'23.1"W
	2	54	119	7,6	5°53'49.8"S	37°40'39.4"W
	3	44	63	7	5°53'17.1"S	37°40'10.9"W
	4	40	29	8	5°53'11.0"S	37°40'07.4"W
	5	20	26	6	5°49'28.8"S	37°36'14.1"W
2: Caraúbas - Apodi	1	60	45	7	5°43'16.4"S	37°45'51.2"W
	2	155	63	8	5°43'36.4"S	37°44'13.8"W
	3	58	60	7	5°44'55.2"S	37°37'26.6"W
	4	29	30	4	5°45'30.9"S	37°36'41.2"W
	5	78	47	6,3	5°46'18.7"S	37°35'01.8"W
3: Caraúbas – Governador Dix-Sept Rodado	1	30	42	5	5°39'12.7"S	37°32'42.2"W
	2	70	50	5,2	5°39'19.2"S	37°32'44.0"W
	3	41	22	5,5	5°40'14.3"S	37°32'51.4"W
	4	32	50	5	5°43'10.7"S	37°33'12.6"W
	5	25	40	5	5°43'41.8"S	37°33'11.7"W
4: Caraúbas – Campo Grande	1	80	50	8	5°49'12.3"S	37°24'30.0"W
	2	41	30,3	5,5	5°49'01.1"S	37°25'56.4"W
	3	51	68	6,5	5°48'35.9"S	37°26'51.5"W
	4	60	40	7,5	5°48'19.8"S	37°27'26.1"W
	5	55	31	6,5	5°47'09.1"S	37°30'32.5"W

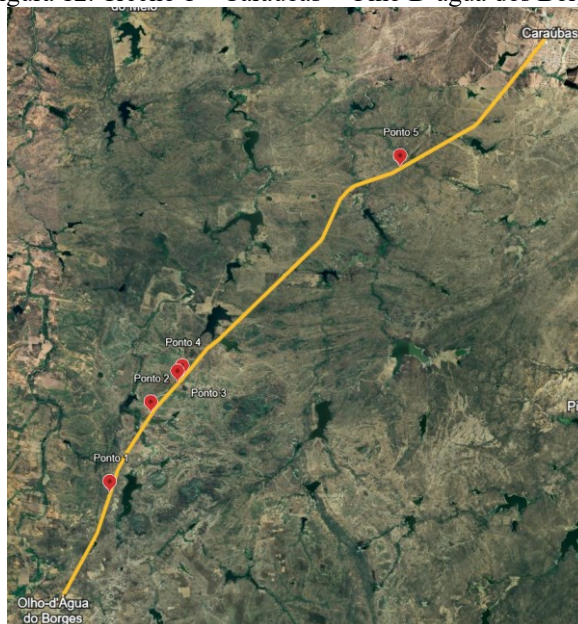
Fonte: Autoria Própria, 2024

Fazendo uma comparação entre os dados do Google Street View e os dados coletados em campo, foi possível identificar algumas tendências sobre a evolução dos buracos nos trechos analisados.

4.1.1 Trecho 1

No Trecho 1 (Figura 12), constatou-se que quatro buracos surgiram após o ano de 2022, podendo ser observado um aumento de tamanho entre os períodos avaliados, enquanto um deles (Ponto 4) situado na trilha de roda interna da via já existia desde aquele ano, como ilustrado na Figura 13.

Figura 12: Trecho 1 – Caraúbas – Olho D'água dos Borges



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024

Figura 13a: Ponto 4 em novembro de 2022



Fonte: Google Street View, 2022

Figura 13b: Ponto 4 em maio de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 13c: Ponto 4 em novembro de 2024

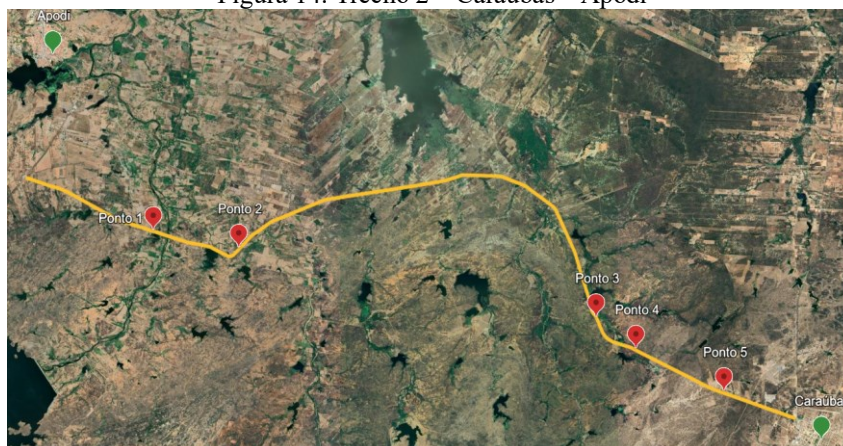


Fonte: Autoria Própria, 2024

4.1.2 Trecho 2

No Trecho 2 (Figura 14), todos os buracos surgiram a partir de novembro de 2022, uma vez que esses buracos não foram identificados nas imagens daquele ano. No entanto, eles já eram visíveis nas imagens de maio de 2024. Ao comparar essas imagens com as de novembro de 2024 tiradas pelo autor, foi constatado um aumento nos tamanhos dos buracos ao longo desse período, conforme apresentado na Figura 15 que demonstra essa evolução no ponto 2 que está situado após uma curva horizontal e na trilha de roda externa da via.

Figura 14: Trecho 2 – Caraúbas – Apodi



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024

Figura 15a: Ponto 2 em maio de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 15b: Ponto 2 em novembro de 2024

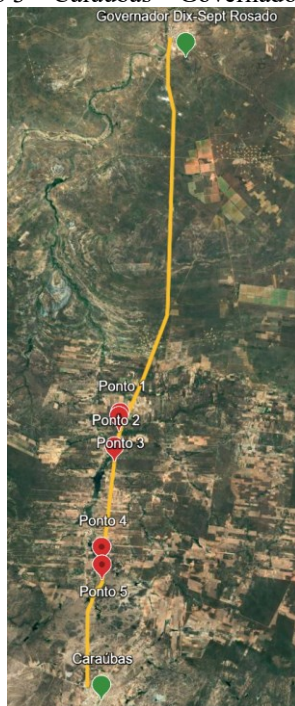


Fonte: Autoria Própria, 2024

4.1.3 Trecho 3

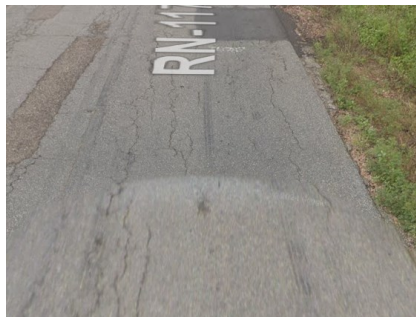
No Trecho 3 (Figura 16), dois dos cinco buracos (Pontos 1 e 2) que estão situados em uma curva vertical surgiram após maio de 2024, considerando que não foram identificados nas imagens daquele mês (Figuras 17 e 18), enquanto o ponto 5 que está situado em uma curva horizontal começava a se formar naquele período (Figura 19), sendo que ambos os buracos estão situados na trilha de roda externa da via. Por outro lado, os outros dois buracos analisados apareceram no intervalo entre novembro de 2022 e maio de 2024.

Figura 16: Trecho 3 – Caraúbas – Governador Dix-Sept Rosado



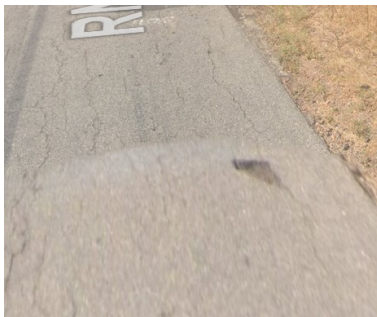
Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024

Figura 17a: Ponto 1 em maio de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 17b: Ponto 1 em outubro de 2024



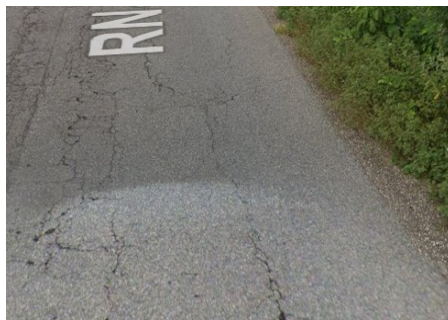
Fonte: Google Street View, 2024

Figura 17c: Ponto 1 em novembro de 2024



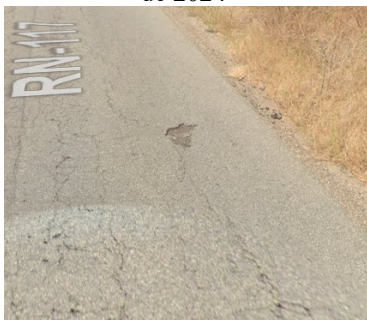
Fonte: Autoria Própria, 2024

Figura 18a: Ponto 2 em maio de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 18b: Ponto 2 em outubro de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 18c: Ponto 2 em novembro de 2024



Fonte: Autoria Própria, 2024

Figura 19a: Ponto 2 em maio de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 19b: Ponto 2 em outubro de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 19c: Ponto 2 em novembro de 2024

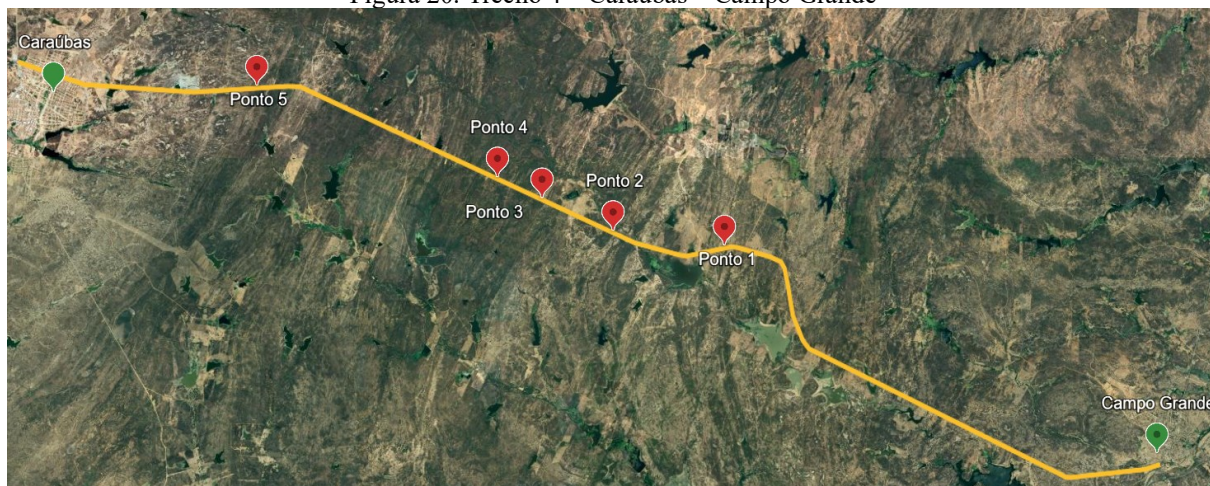


Fonte: Autoria Própria, 2024

4.1.4 Trecho 4

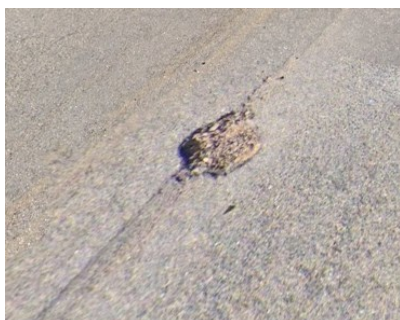
Já no Trecho 4 (Figura 20), devido à indisponibilidade de imagens entre 2011 e maio de 2024, a análise foi limitada às imagens mais recentes. Essa limitação de dados entre esse intervalo de tempo, impossibilitou a identificação do momento mais exato em que os buracos podem ter surgido. No entanto, observou-se que todos os buracos analisados já estavam presentes em maio de 2024, conforme ilustrado nas Figuras 21a e 21b, que mostram o ponto 1 desse trecho.

Figura 20: Trecho 4 – Caraúbas – Campo Grande



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2024

Figura 21a: Ponto 1 em maio de 2024



Fonte: Google Street View, 2024

Figura 21b: Ponto 1 em novembro de 2024



Fonte: Autoria Própria, 2024

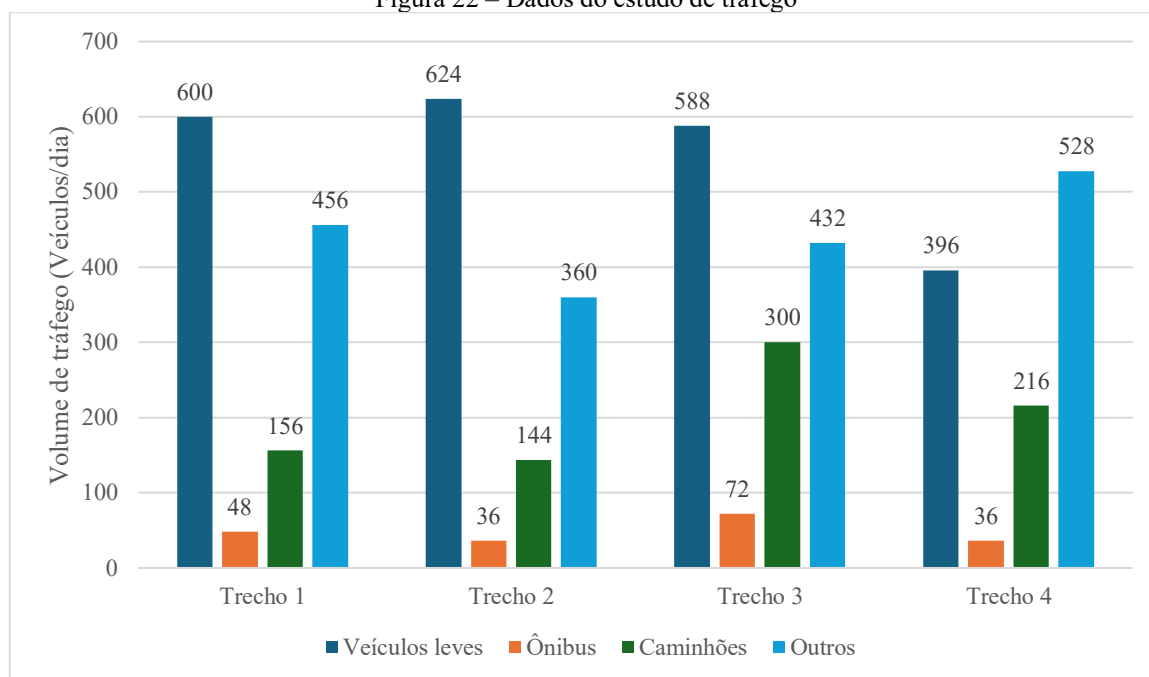
Em uma visão geral, é possível observar que há uma diferença na distribuição dos buracos ao longo de cada um dos trechos avaliados. Nos trechos 1 e 2, os buracos estão

distribuídos em poucos locais da via, e na grande maioria deles são de tamanho pequeno. Já no trecho 3 os buracos se distribuem por toda a sua extensão, variando em tamanho. No trecho 4, por outro lado, observa-se uma alta concentração de buracos, sendo a maioria deles de grandes proporções. Esses buracos comprometem não apenas a qualidade da pista, mas também afeta diretamente a trajetória dos veículos, podendo representar um maior risco para a segurança viária.

4.2. Estudo de tráfego

Em relação ao estudo de tráfego, foram feitas as análises do fluxo de veículos para cada um dos trechos. A figura 22 apresenta os dados obtidos durante essa contagem volumétrica.

Figura 22 – Dados do estudo de tráfego



Fonte: Autoria Própria, 2024

A análise mostra que cada um dos trechos apresenta diferenças em relação a quantidade de veículos ao dia. O trecho 3, que foi o mais afetado pelo surgimento de buracos principalmente em um curto espaço de tempo (maio a outubro), é o que possui o maior volume de veículos diários, totalizando 1392 veículos, dos quais 300 são caminhões. A alta quantidade de caminhões no trecho 3 representa aproximadamente 21,5% do tráfego, indicando um impacto significativo sobre o pavimento, pois esses veículos pesados podem provocar uma aceleração do processo de deterioração do pavimento. Esse tráfego intenso de veículos pesados pode ser um dos principais fatores para o desgaste acelerado do pavimento, resultando na formação de buracos e outras falhas na via.

Já o trecho 4, que é o mais danificado, possui o segundo maior fluxo de caminhões. Isso pode indicar que embora o volume de tráfego pesado seja menor do que no trecho 3, ele ainda é relevante e contribui significativamente para o desgaste da via. No entanto, embora não tenha sido possível obter informações precisas sobre o histórico de manutenções que pode ter acontecido na via, é possível que o desgaste acelerado ao longo do tempo seja em parte devido à falta de intervenções regulares nos períodos mais críticos, como por exemplo em períodos chuvosos.

Além disso, é importante destacar o fato de ter uma pedreira localizada entre as cidades de Caraúbas e Campo Grande gera um grande fluxo de veículos pesados. Embora a análise do tráfego tenha sido realizada em um ponto antes da pedreira, é possível que os veículos pesados entre ela e a cidade de Campo Grande seja considerável, o que justificaria em partes o desgaste maior observado nesse trecho.

Embora que no trecho 1 ainda tenha um alto fluxo de veículos, os veículos leves acabam tendo uma maior participação, sendo de 47%. Além disso, o número de caminhões é menor, o que pode justificar os danos mais moderados observados nesse trecho quando comparado com os trechos 3 e 4. O tráfego predominante de veículos leves, exerce menos impacto sobre o pavimento, resultando em um desgaste mais gradual e menos severo quando comparado com veículos mais pesados.

O trecho 2 por sua vez, apresenta resultados semelhantes ao trecho 1, com 53,6% de veículos leves, o que implica em um impacto mais moderado sobre o pavimento. O fluxo de veículos embora seja similar ao do trecho 1, tem uma composição de veículos que devido à menor presença de caminhões pode gerar menos danos ao pavimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a importância da superfície dos pavimentos para a segurança viária, é essencial avaliar regularmente as condições das vias, principalmente no que diz respeito à presença de buracos. Nesse contexto, este trabalho buscou fazer uma avaliação temporal dos buracos das rodovias de acesso à cidade de Caraúbas/RN, considerando também os impactos desses defeitos na trafegabilidade e no comportamento dos condutores. Observou-se que 95% dos buracos analisados surgiram após novembro de 2022, ou seja, dentro de um período de dois anos.

Além disso, no trecho 3, localizado entre os municípios de Caraúbas e Governador Dix-Sept Rosado, três dos cinco buracos avaliados apareceram nos últimos seis meses, possivelmente em razão do alto tráfego de veículos pesados nesse segmento. Por outro lado, os trechos 1 e 2, que apresentaram menor quantidade de buracos, registram predominantemente tráfego de veículos leves, o que reforça a relação entre o tráfego pesado e o surgimento desses defeitos.

Do ponto de vista da segurança viária, a presença de buracos impacta diretamente a trafegabilidade, exigindo dos condutores manobras bruscas, redução da velocidade e maior atenção, fatores que podem aumentar o risco de acidentes, colisões e danos aos veículos. Diante disso, tendo em vista o elevado número de buracos nas rodovias avaliadas, é evidente a necessidade de medidas corretivas e preventivas. A restauração da camada superficial do pavimento, por meio de recapeamento, pode ser uma solução imediata para minimizar os impactos na segurança viária a curto prazo. Contudo, uma avaliação mais detalhada da estrutura do pavimento é recomendável, pois pode fornecer dados mais robustos sobre o estado atual das rodovias e auxiliar no planejamento de intervenções mais eficazes.

Para trabalhos futuros, sugere-se o monitoramento contínuo da evolução dos buracos, incluindo comparações quanto às suas dimensões e profundidades, além de uma análise mais aprofundada sobre como as condições climáticas, especialmente durante o período chuvoso, contribuem para a formação e agravamento desses defeitos.

REFERÊNCIAS

- BUDDHAVARAPU, P; BANERJEE, A; PROZZI, J. A. **Influence of pavement condition on horizontal curve safety**. Accident Analysis and Prevention. Irvine, 2013.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Acidentes rodoviários e a infraestrutura**. Brasília: CNT: SEST SENAT: ITL, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias**. Brasília: CNT, 2024.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DO RIO GRANDE DO NORTE (DETRAN/RN). **Relatório estatístico das vítimas fatais de acidentes de trânsito, no Rio Grande do Norte, no ano de 2022**. Natal. 2022.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. (2006). **Manual de Estudos de tráfego**. Rio de Janeiro. 2006.
- KASSU, A; HASSAN, M. **Identifying the principal factors influencing traffic safety on interstate highways**. Switzerland. 2019.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Global status report on road safety**. Geneva. 2023.
- RODRIGUES, J.G; FERREIRA, W. L. G. **Avaliação das alterações na macrotextura de pavimentos asfálticos urbanos ao longo do tempo e a relação com a segurança viária**. RAPv. Reunião Anual de Pavimentação, 2023, Foz do Iguaçu. 2023. p. 1109.
- SILVA, P. R. **Avaliação das alternativas de pavimentos utilizados na zona urbana da cidade de Caraúbas-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Caraúbas. 2022.
- TAMAYO, A. S. **Procedimento para avaliação e análise da segurança de tráfego em vias expressas urbanas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010.
- WU, A. *et al.* **Road pothole extraction and safety evaluation by integration of point cloud and images derived from mobile mapping sensors**. Advanced Engineering Informatics. Amsterdã. 2019.
- YANG, C.H; KIM, J. G; SHIN, S. P. **Road Hazard Assessment Using Pothole and Traffic Data in South Korea**. Journal of Advanced Transportation. Volume 2021. London. 2021.
-