

AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE O TIPO E A CONDIÇÃO DO PAVIMENTO NA ESCOLHA DE ROTAS DOS USUÁRIOS DO SISTEMA DE TRANSPORTES

Luzianne Galvão Pimenta*

RESUMO: A população em geral toma decisões diariamente antes de se deslocar, buscando rotas mais convenientes possíveis. Diversos fatores podem influenciar nessa escolha, desde o tempo de deslocamento até mesmo à paisagem. Porém, nesta pesquisa buscou-se avaliar parâmetros relacionados ao pavimento, que seriam: tipo e condição. Para isso, foram escolhidos três trechos que interligam uma farmácia à uma escola, na cidade de Campo Grande/RN. Foi aplicada pesquisa de opinião à população que utiliza como modo de transporte, principalmente, os veículos pesados, carros e motos, a fim de identificar se o tipo e a condição do pavimento são fatores importantes na escolha de rota. Foram determinados o Levantamento Visual Contínuo (LVC), de acordo com a norma DNIT 008/2003 – PRO e o Índice de Irregularidade Internacional (IRI), por meio do aplicativo *Roadlab Pro*, a fim de medir a condição do pavimento e correlacionar esses dados com as observações dos usuários. Verificou-se que a rota com pavimento em paralelepípedo (trecho 1) foi o trecho menos escolhido e avaliada como condição ruim, independentemente do tipo de transporte. O segundo e o terceiro trecho, ambos em pavimento asfáltico, apesar de certa irregularidade demonstrada pelo IRI, ainda assim foram os preferidos por carros e motos. Por apresentar geometria mais propícia ao deslocamento de veículos pesados, o trecho 3 foi o mais selecionado por essa classe. De forma geral, foi possível notar que o pavimento também pode ser um parâmetro relevante e influente na escolha de rotas dos usuários.

Palavras-chave: pavimento asfáltico; calçamento; veículos pesados; veículos leves; trechos.

ABSTRACT: The general population makes decisions daily before commuting, seeking the most convenient routes possible. Several factors can influence this choice, from the travel time to the landscape. However, this research sought to evaluate parameters related to the sidewalk, which would be: type and condition. For this, three stretches that connect a pharmacy to a school, in the city of Campo Grande/RN, were chosen. A survey was applied to the population that uses heavy vehicles, mainly cars or motorcycles, as a mode of transportation, in order to identify whether the sidewalk is an important factor in route choice. The Continuous Visual Survey (CVS) was determined, according to DNIT standard 008/2003 - PRO and the International Irregularity Index (IRI), using the *Roadlab Pro* application, in order to measure the sidewalk condition and correlate these data with the users' observations. It was found that the route with cobblestone sidewalk (section 1) was the least chosen section and evaluated as a bad condition, regardless of the type of transportation. The second and third segments, both with asphalt sidewalk, despite some irregularity shown by the IRI, were still preferred by cars and motorcycles. For presenting a geometry more favorable to the displacement of heavy vehicles, section 3 was the most selected by this class. In general, it was possible to note that the sidewalk can also be a relevant and influential parameter in the users' choice of routes.

Key words: asphalt sidewalk; cobblestone; heavy vehicles; light vehicles; stretches.

* Bacharela em Ciência e Tecnologia e graduanda em Engenharia Civil – UFERSA
E-mail: luziannepimenta@outlook.com

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura viária urbana é de suma importância para a economia de uma cidade, pois é por meio dela que ocorre a movimentação de pessoas e cargas, seja para fins comerciais ou lazer, contribuindo de forma direta para a qualidade de vida da população (TERCEIRO NETO et al., 2019). Segundo Prado e Magagnin (2016), as pessoas, todos os dias, tomam diversas decisões que afetam a mobilidade urbana, como por exemplo: escolher o modo de transporte, o destino, o objetivo da viagem, a hora de saída, bem como a rota mais acessível.

Com relação a escolha de rotas por modo de transporte, Barros, Martínez e Viegas (2015) observaram que fatores como segurança, conforto e forma urbana contribuem significativamente para a escolha de percursos de pedestres em Portugal. Enquanto Vargas, Uriarte e Cybis (2022) mencionam a classe funcional, extensão dos trechos, variáveis urbanísticas, motivo da viagem e características do indivíduo. Já na escolha de rotas dos ciclistas, alguns fatores são destaques, como: o caminho mais rápido e pavimento em bom estado (SOUZA; SANCHES, 2019) e de forma quase unânime, valorizam mais as vias com pavimento asfaltado em relação ao paralelepípedo (QUADRADO; POLIDORI, 2020). Os fatores que interferem na escolha de rotas dos ciclistas também podem ser aplicáveis às motocicletas, visto que são modos de transporte semelhantes.

Quanto ao transporte público (ônibus, por exemplo), Hernández et al. (2020) menciona fatores considerados cruciais no momento de escolha, são eles: tempo e comprimento do percurso. Já o transporte de carga, a escolha de rotas para esse modo deve levar em consideração o volume de tráfego dos trechos, a conservação do veículo, a maior segurança, o tempo otimizado, bem como a redução de consumo de combustível, gerando economia na manutenção de veículos e aumento da produtividade (LUCENA; LUCIANO; DARONCHO, 2020).

Os diversos fatores que afetam a escolha de rotas apontados anteriormente podem estar também ligados ao pavimento, visto que vias com maior quantidade de patologias como panelas (buracos), afundamentos, desgastes, dentre outros, podem depreciar o veículo, reduzir a fluidez do trânsito, elevar o consumo de combustível ao frear/acelerar de forma abrupta ao se deparar com buracos, reduzir a segurança viária, e outros. Logo, ressalta-se a necessidade de o pavimento apresentar boa trafegabilidade, sendo que sua restauração e conservação são essenciais (BRASIL, 2011). De tal forma, pode-se reduzir atrasos, acidentes e imprevistos, caso contrário, os usuários tendem a buscar outras rotas ou até mesmo novos traçados.

Nesse contexto, com o avanço da tecnologia, principalmente em grandes cidades, é comum o uso de aplicativos como o *Google Maps* e o *Waze*, que compõem uma categoria de sistemas conhecida como Sistemas de Transporte Inteligentes (STI). Eles sugerem diferentes rotas para que os condutores evitem regiões congestionadas, baseando-se no conhecimento sobre congestionamentos e tempo de percurso (LADEIRA, 2020). Quanto a isso, destaca-se que o tipo e a condição do pavimento também podem impactar tanto no congestionamento quanto no tempo de percurso. De acordo com Scherer (2022), a irregularidade longitudinal em que se apresenta o pavimento induz os motoristas a reduzirem a velocidade de deslocamento, elevando o tempo de percurso e de forma indireta, com essa redução da mobilidade em vias de maior tráfego, gera-se o engarrafamento.

Em vista disso, é fundamental entender como o pavimento influencia na escolha das rotas dos usuários. Segundo Jorge (1999), ao estudar a influência da qualidade da pavimentação no processo de escolha de rotas dos usuários no meio interurbano na cidade de Pelotas/RS, para os usuários de uma rodovia, o mais relevante seria a boa condição de rolamento da via. Por meio de pesquisa de campo, o autor observou que a qualidade do pavimento foi o segundo atributo mais citado como fator que influencia na escolha das rotas, abaixo apenas do tempo de viagem. Além destes fatores, foram citados também: a fluidez, a

distância e a paisagem, em nível de prioridade decrescente, devendo-se atentar que o pavimento, se não estiver em seu estado ideal, pode interferir tanto na fluidez como no tempo de viagem.

Porém, para vias urbanas, ainda não está claro na literatura como o pavimento afeta na escolha de rotas, isto é, como a presença de irregularidades na superfície podem induzir as decisões dos diversos usuários do sistema. Nesse sentido, com relação a condição do pavimento, para Terceiro Neto et al., (2019), uma forma de manter a qualidade, conforto e a segurança do tráfego nas vias urbanas, seria utilizando um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), que propõe o prolongamento da vida útil do pavimento com um melhor custo-benefício. Mas, para que o SGPU seja eficaz, é preciso um banco de dados atualizado com as patologias do pavimento, a fim de quantificar aspectos funcionais, estruturais e de segurança, prevendo o estado de conservação ou as condições de conforto ao rolamento da estrutura.

Na literatura, alguns índices são descritos para se determinar a condição de pavimentos, tais como o Índice de Condição do Pavimento (ICP), o IGG (Índice de Gravidade Global), o LVC (Levantamento Visual Contínuo), o VSA (Valor de Serventia Atual), o IRI (Índice de Irregularidade Internacional), dentre outros. Contudo, em vias urbanas, tais índices podem não representar de forma eficaz a realidade, visto que são voltados para avaliação de rodovias (PAIVA, 2022). Portanto, conhecer o estado de conservação das vias é fundamental para o gestor, visto que isso balizará as decisões sobre manutenção, bem como é importante para o usuário, pois pode implicar nas escolhas de rotas diariamente.

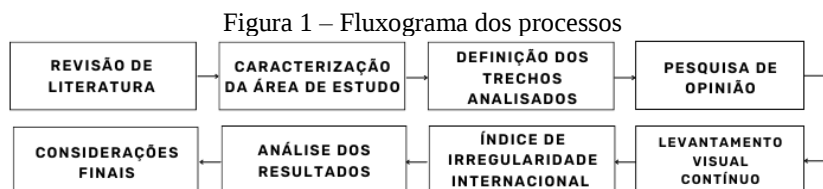
Dessa forma, a escolha de rotas dos usuários pode ser pré-determinada por diversos fatores como: tempo de viagem, fluidez, distância, nível de tráfego, tipo de veículo, dentre outros. Porém, nesta pesquisa, buscou-se avaliar como o pavimento pode afetar essa escolha. O objetivo principal desse estudo foi investigar a relação entre o tipo e a condição do pavimento na escolha de rotas dos usuários do sistema de transportes. Como objetivos específicos, determinou-se os seguintes:

- Avaliar se o tipo (asfáltico ou paralelepípedo) e a condição do pavimento interferem na escolha de rotas para usuários de diferentes modos de transportes;
- Investigar se os índices de condição funcional do pavimento apresentam relação com a escolha de rotas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Métodos

Para que o objetivo principal deste trabalho pudesse ser atingido, foi elaborado um fluxograma com as etapas desenvolvidas, demonstrado na Figura 1.



Fonte: Autor (2023)

Foi realizada uma revisão de literatura acerca do tema em questão, posteriormente fez-se a escolha da área de estudo, bem como a escolha dos trechos avaliados. Realizou-se uma pesquisa de opinião por meio do envio de formulários do Google Forms para a população da área de estudo, como forma de compreender se o tipo e a condição do pavimento afetam a escolha dos usuários. Em seguida, aplicou-se os métodos do LVC e do IRI para verificar a condição do pavimento nos trechos. Por fim, analisou-se as relações entre as preferências de

rotas dos usuários com base nas características do pavimento (tipo e condição).

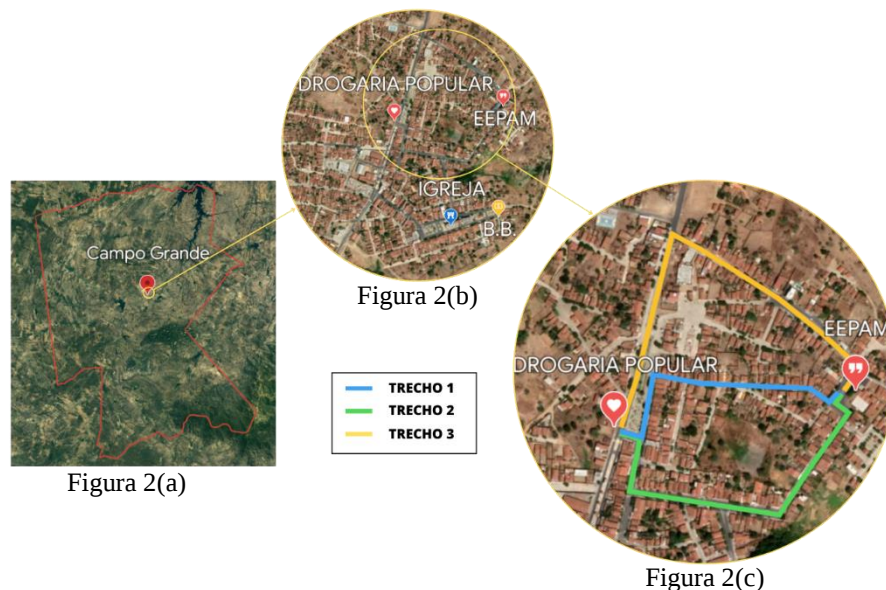
2.2 Área de Estudo

O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Campo Grande/RN (Figura 2a), localizada na Mesorregião do Oeste Potiguar com uma distância de 32km de Caraúbas/RN, onde fica localizado um dos campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Geograficamente apresenta área de 896,954 km², com densidade demográfica 10,36 hab/km² e população estimada de 9686 habitantes (IBGE, 2021)[†].

O município se enquadra como de pequeno porte, possui uma rodovia federal, a BR-110, passando em sua via principal. Ao se observar as vias da cidade, percebe-se que muitas possuem pavimentos do tipo calçamento e asfáltico já deteriorados e outras, inclusive, não possuem pavimento algum. Optou-se por analisar Campo Grande/RN, pois a mesma é representativa de boa parte das cidades da região, isto é, pequeno porte e apresenta uma variedade de modos de transporte e pavimentos, além da facilidade de coleta de dados.

Posteriormente à escolha da área de estudo, fez-se a escolha dos trechos com o mesmo ponto de saída e chegada, isto é, da Drogaria Popular à Escola Estadual Professor Adrião Melo (EEPAM), como destacado na Figura 2. A Figura 2(a) apresenta uma vista geral da cidade de Campo Grande/RN, na Figura 2(b), os dois pontos escolhidos, demonstrando também duas referências conhecidas: o Banco do Brasil (B.B.) e a Igreja Católica da cidade (IGREJA). Por fim, a Figura 2(c) ilustra de forma aproximada somente os dois pontos de análise e os trechos escolhidos, chamados de Trecho 1, Trecho 2 e Trecho 3.

Figura 2 – Mapa de Campo Grande/RN com destaque para os pontos escolhidos



Fonte: Google Earth (2020) adaptado por Autor (2023)

Os pontos foram escolhidos por serem duas localizações onde há bastante fluxo de pessoas e por ser comum à toda a população. A drogaria popular fica localizada na via principal da cidade, na BR-110, e a escola, instituição já consolidada em que diversos usuários, tanto da área urbana como da zona rural, se locomovem até lá todos os dias. Além disso, percebeu-se que havia três rotas distintas entre os pontos, com tipo e condição de pavimento aparentemente diferentes. Buscou-se ao máximo, distâncias parecidas para

[†] Optou-se por usar a referência (IBGE, 2021) pelo fato dos dados obtidos estarem contidos numa mesma página do referido órgão, e por terem sido extraídos em anos diferentes, de acordo com o censo.

diminuir o impacto dessa variável na escolha, com o intuito de destinar o foco ao tipo e a condição do pavimento. No Quadro 1 especifica-se o trecho, distância entre os pontos, nome das ruas percorridas, tipo de pavimento e foto representativa dos trechos estudados.

Quadro 1 – Informações sobre os trechos escolhidos

TRECHO/ DISTÂNCIA	RUAS PERCORRIDAS	TIPO DE PAVIMENTO	FOTO DO TRECHO
1 (500 m)	Rua Cel. Antonio Melo; R. Padre João Ramalho; R. Gregorio Almeida.	76m: pavimento asfáltico; 424m: paralelepípedo.	
2 (650 m)	R. Cel. Antonio Melo; R. Padre Pinto; R. Luiza N Pimenta; R. Gregorio Almeida.	Pavimento Asfáltico	
3 (750 m)	BR-110; R. Lucio Eduardo Pimenta; R. Joaquim Lucio Pimenta; R. Juliao Fernandes; R. Gregorio Almeida.	Pavimento Asfáltico	

Fonte: Autor (2023)

2.3 Pesquisa de Opinião

Para avaliar se o tipo e a condição do pavimento possuem relação na escolha dos usuários, aplicou-se um formulário via Google Forms. O questionário foi dividido por modos de transportes, visto que de acordo com dados do Ministério da Infraestrutura, SENATRAN - Secretaria Nacional de Trânsito – 2022 apresentados no site do IBGE, os transportes mais utilizados na cidade são: motos (ciclomotor, motocicleta, motoneta e triciclo); carros de passeio (automóvel, utilitário) e veículos pesados (caminhão, caminhão trator, caminhonete, caminhoneta, micro-ônibus, ônibus, reboque e semirreboque). Ressalta-se que motos e carros se enquadram como veículos leves. A Tabela 1 apresenta a população de cada modo. Determinou-se a aplicação do formulário, por tipo, a no mínimo 5% do total de cada tipo de transporte, buscando uma amostra representativa da população, como observa-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo com as informações por tipo de transporte

Modo	População (SENATRAN, 2022)	Amostra (5% do total)
Moto	1600	80
Carro	809	40
Veículo pesado	423	21

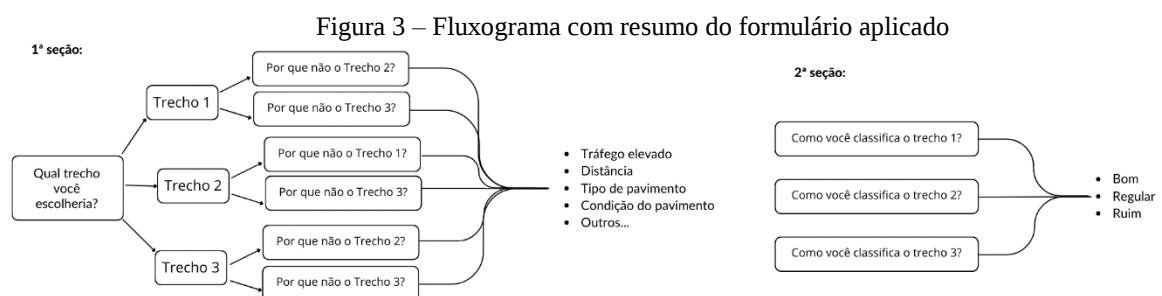
Fonte: Autor (2023)

Para a pesquisa em si, foram elaboradas algumas perguntas a fim de obter a opinião

do usuário frente às condições impostas, de forma a tentar extrair o motivo por ter escolhido determinado trecho, bem como qual a percepção do usuário com relação a condição do pavimento. Na Figura 3 pode-se observar a linha de questionamentos seguida por cada entrevistado, sendo duas seções, a primeira acerca do trecho escolhido, bem como os motivos por não escolher os demais. Já a segunda seção trata da percepção do usuário com relação a condição do pavimento.

Por exemplo, na primeira seção, a primeira pergunta questiona o trecho que se escolheria para se locomover da Drogaria Popular à Escola Estadual Professor Adrião Melo, tendo três opções: Trecho 1, 2 e 3. Caso o entrevistado (a) escolha o Trecho 1, o mesmo precisa responder os motivos de não ter escolhido o 2 e o 3, sendo que para todos os casos foram dadas as mesmas opções de escolha: tráfego elevado, distância, tipo de pavimento, condição do pavimento e outros.

Quanto à segunda seção, questiona-se a classificação que o usuário daria a cada um dos trechos, com as opções: bom, regular e ruim. Deve-se destacar também que no formulário, tanto na seção 1 quanto na seção 2 foi inserida a referência das ruas e mapa de cada um dos trechos, de forma que as pessoas pudessem identificá-los facilmente e responder com maior clareza.



Fonte: Autor (2023)

2.4 Métodos Técnicos de Avaliação da Condição do Pavimento

Além de coletar a opinião do usuário com relação a condição do pavimento, optou-se também por aplicar a norma DNIT 008/2003 PRO para avaliar a condição do pavimento nos três trechos avaliados, visto que é um método contínuo e de fácil aplicação. Essa norma especifica as condições exigidas para avaliar a superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, por meio do LVC, determinando-se o ICPF – Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis, o IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito e o IES – Índice do Estado de Superfície do Pavimento. O objetivo de determinar o IES é verificar se a condição do pavimento avaliada por um método normatizado vai de encontro com a percepção do usuário que pode ter escolhido determinado trecho por conta da condição do pavimento.

Com os dados levantados, foram realizados os cálculos para encontrar os índices ICPF, IGGE e IES, a fim de conceituar a qualidade da via em análise. Vale ressaltar que todos os cálculos foram feitos com base na norma já citada.

Como forma de medir a irregularidade dos trechos em questão, optou-se pelo uso do aplicativo para celular *RoadLab PRO*, por ser um mecanismo de simples manuseio, conforme aplicado também por Oliveira (2018). Fez-se a coleta dos dados em um carro modelo Fiat Siena 2014 1.0, e no para-brisa foi colocado um suporte para celular, assegurando que o smartphone ficasse rígido e sem movimentos excessivos. Na Figura 4 tem-se a imagem de como ficou posicionado o celular e da interface do aplicativo utilizado.

Figura 4 – Suporte com celular acoplado e interface do aplicativo



Fonte: Autor (2023)

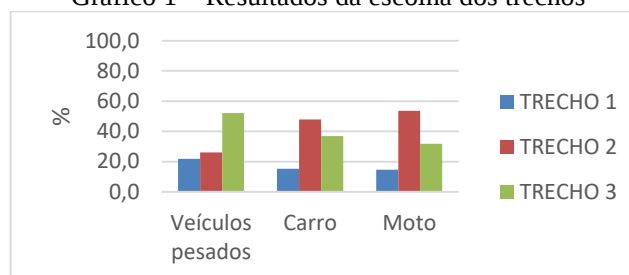
Percorreu-se as três rotas com o aplicativo, sendo que o mesmo gera um valor médio de IRI e a partir dos intervalos do próprio sistema, define-se se é um IRI muito bom ($< 2,0$), bom ($2,0 - 4,0$), regular ($4,0 - 6,0$), ruim ($6,0 - 10,0$) ou muito ruim ($> 10,0$). Porém, à nível de comparação com os demais resultados, pesquisa de opinião e LVC, optou-se por compactar esses resultados em: bom ($0 - 4,0$), regular ($4,0 - 7,0$) e ruim ($7,0 - 10,0$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Fatores Influentes na Escolha dos Trechos

Com base nos resultados da pesquisa aplicada, obteve-se, para a primeira pergunta, o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resultados da escolha dos trechos



Fonte: Autor (2023)

O Gráfico 1 mostra o resultado da escolha dos trechos (1, 2 e 3) conforme o modo de transporte (veículos pesados, carro e moto). Nota-se que o trecho 1 (calçamento) foi o menos escolhido quando comparado aos demais trechos, com uma média de escolha de 17,2%, enquanto que para o trecho 2 foi de 42,5% e para o trecho 3, 40,3%. Essa discrepância pode ser explicada, a princípio, por conta do tipo de pavimento, pois o trecho 1 é o único com revestimento em paralelepípedos, enquanto os outros são asfaltados.

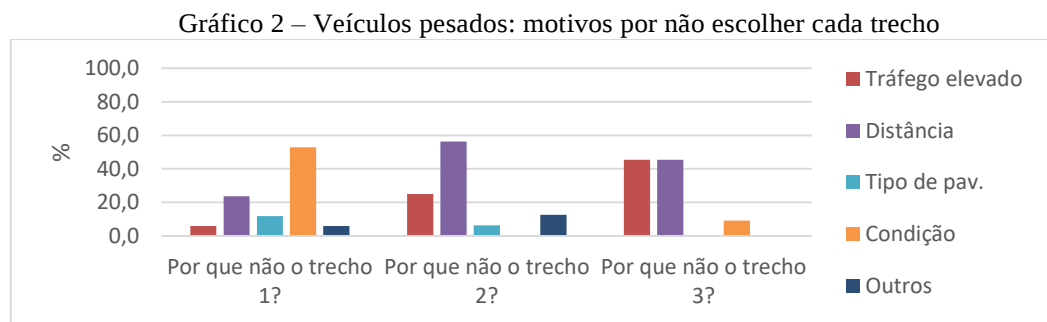
O trecho 3 foi o mais escolhido (52,2%) pelos veículos pesados, acredita-se que apesar do volume de tráfego ser maior nesse percurso por conta da BR-110, a geometria da via (largura, acostamento, espaço para curvas, e outros) torna esse trecho mais interessante para veículos desse modo. MACHADO NETO (1995) menciona que um caminhão ocupa mais espaço do que um automóvel, devido a sua robustez, gerando a necessidade de infraestrutura viária adequada ao tamanho. Ademais, o manual de projeto geométrico de rodovias do DNIT (BRASIL, 2010) dimensiona as características da via de acordo com as dimensões do veículo de projeto.

Quanto ao trecho 2, quase metade (47,8%) dos usuários de automóveis e 53,7% das motocicletas relataram preferir essa rota. Percebe-se também a escolha acentuada

desses mesmos modos de transporte para o trecho 3, com mais de 30,0% de escolha, em cada um, sendo que tanto o trecho 2 quanto o 3 são de pavimento asfáltico, o que gera menor desconforto ao rolamento tanto para o usuário do carro quanto para o motociclista. Porém, nota-se na literatura ausência de trabalhos que mencionem os modos de transporte carro e moto, dificultando o aprofundamento dos resultados em relação a eles.

3.1.1. Veículos Pesados

Com o objetivo de compreender quais os motivos das escolhas dos usuários por modo de transporte, o Gráfico 2 apresenta os resultados para os veículos pesados.



Fonte: Autor (2023)

Como pode-se observar no Gráfico 2, o trecho 1, que foi o menos preferível para os veículos pesados de acordo com o Gráfico 1, é o que possui maior variedade de motivos para não ser selecionado, justificando a não escolha do trecho com calçamento pela maioria desses usuários. É evidente que a condição do pavimento influenciou nessa escolha, sendo o motivo com maior porcentagem, 52,9%. Além disso, ao somar os fatores condição e tipo do pavimento, isto é, 64,7% dos usuários de veículos pesados indicaram que não escolhem a rota 1 por motivos relacionados ao pavimento.

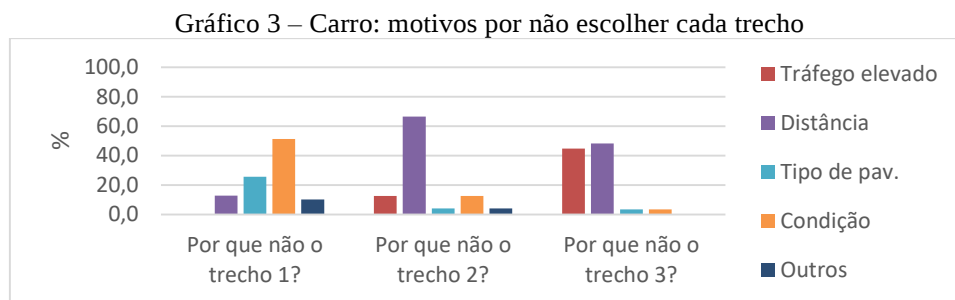
Quanto a não escolha do trecho 2, destaca-se a distância como principal motivo, com porcentagem de 56,3%. Por ser uma rota com a distância intermediária, interna à cidade, e como visto no Gráfico 1, o preferível pelos modos carro e moto, pode gerar um tráfego maior para os usuários de veículos pesados, prolongando o tempo de deslocamento. Além disso, como a geometria dessa via é supostamente menor que a do trecho 3 (BR-110), gera-se menor fluidez, maior lentidão e consequentemente, interpretação dos usuários dos veículos pesados como uma rota com maior tempo-distância de percurso.

Em relação a rota 3, o tráfego elevado e a distância foram os destaques, que se somados, equivalem a 91,0% de escolha. Tal trecho é o que possui, de fato, maior distância da Drogaria Popular à EEPAM. Também é o que possui maior tráfego, tanto por ser uma BR como por ter sido a segunda rota mais escolhida pelos usuários de carro e moto, conforme Gráfico 1. Vale ressaltar que, para um ônibus, por exemplo, é possível que seja natural trafegar dentro da cidade, nas rotas 1 ou 2, já para um caminhão, não, preferindo o 3. Logo, os que não escolheram o trecho 3 podem ter sido os usuários de veículos semelhantes.

Outro motivo referente ao trecho 3, com 9,1% de escolha, foi a condição do pavimento. A pesquisa CNT de rodovias, em 2022, no Brasil, observou que seu estado geral é classificado como regular, ruim ou péssimo. Isso demonstra a existência de severas deficiências (CNT, 2022) favorecendo o aparecimento de patologias, como por exemplo, os buracos. Pode ocasionar aos veículos pesados risco de danos à carga, ao transporte, atrasos e acidentes. Logo, a presença de patologias na superfície do pavimento pode ter impacto na escolha das rotas dos usuários.

3.1.2. Carros

O gráfico 3 mostra os motivos que levaram aos usuários do transporte carro a não escolherem determinado trecho.



Fonte: Autor (2023)

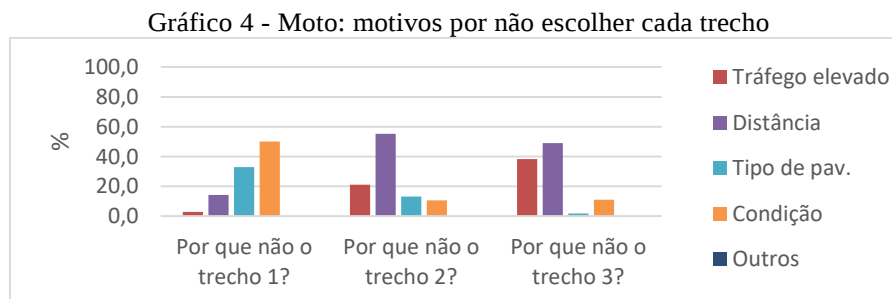
Quanto ao trecho 1, nota-se que assim como nos veículos pesados, a situação e configuração da via foram os mais observados, visto que os itens condição e tipo do pavimento, se somados, equivalem a quase 80,0% como motivos mais selecionados para a não escolha dessa rota. Pode-se deduzir que os usuários desse modo de transporte sentem mais desconforto e problemas ao se locomover no trecho 1 justamente por conta do calçamento.

Em relação ao trecho 2, destaca-se primeiramente a distância com 66,7% dos entrevistados escolhendo esse motivo e ressalta-se também, 12,5% para a condição do pavimento como um fator influente para não escolha de tal rota. Isto é, este último motivo está frequentemente sendo ressaltado como motivo, mesmo que não seja o maior destaque. Aqueles que não selecionaram o trecho 2, foram os que preferiram o trecho 1 e 3, sendo que o trecho 1 possui como benefício a menor distância e o 3, a melhor geometria. Porém, ainda assim, de acordo com o Gráfico 1, foi a rota preferível.

O trecho 3, assim como nos veículos pesados, o tráfego e a distância foram os fatores com maior escolha, cerca de 93,1% quando somados, podendo-se salientar a explicação usada para veículos pesados, para este modo também. Além desses dois motivos, tipo e condição do pavimento foram selecionados, no total, por 6,8% dos entrevistados, ou seja, mais uma vez, apesar de não ser o maior destaque, foram ressaltados como motivos para a não escolha da rota em questão.

3.1.3. Motos

No gráfico 4 ressaltam-se os fatores que influenciaram os usuários do modo de transporte moto a não escolher os trechos.



Fonte: Autor (2023)

Assim como nos outros dois modos de transporte já expostos, o trecho 1 obteve praticamente os mesmos motivos por não ter sido escolhido no caso da moto, sendo que a condição do pavimento chegou a ser metade das escolhas (50,0%). Em sequência, o motivo tipo de pavimento, com 32,9%, demonstrando o que já foi dito por Quadrado e Polidori (2020), veículos de duas rodas possuem preferência por pavimento asfáltico.

Quanto ao trecho 2, de forma semelhante ao carro, a distância foi o motivo mais selecionado, com 55,3% de escolha. Considerando que distância e tempo, nesse caso, são diretamente proporcionais, pode-se ressaltar as mesmas explicações já dadas para os veículos pesados e carro. Além disso, se somados, tipo e condição do pavimento geram 23,7% como motivos de não escolher a rota 2.

O trecho 3 obteve os mesmos motivos em maioria por não ter sido escolhido, distância e tráfego, o que faz sentido, visto que é uma BR e além disso, possui a maior distância do ponto de saída ao ponto de chegada. Ainda, condição e tipo de pavimento resultam em aproximadamente 12,7% de escolha, isto é, por menor que seja a taxa de escolha para tais motivos, eles ainda assim são selecionados, influenciando na escolha de rota dos usuários de certa forma.

3.2 Condição do Pavimento

Constatou-se que a condição do pavimento foi um dos motivos mais destacados pelos usuários dos diferentes modos de transporte analisados (veículos pesados, carros e motos). Portanto, este tópico tem como objetivo investigar concisamente a real condição dos 3 trechos, comparando os resultados do LVC e IRI com a pesquisa de opinião.

3.2.1. Comparação entre os métodos

Pôde-se encontrar os conceitos dos métodos LVC e IRI para a condição do pavimento de cada trecho, conforme Tabela 2. Os resultados do IRI foram coletados de forma a ter outro resultado técnico para comparar com a opinião do usuário, coletando-se o IRI médio de cada rota.

Tabela 2 – Resultado dos métodos LVC e IRI

TRECHO	ICPF	IGGE	IES	CONCEITO (LVC)	IRI	CONCEITO (IRI)
1	2,5	19,3	1	BOM	8,0	RUIM
2	3,5	11,3	1	BOM	7,2	RUIM
3	1,5	38,6	3	REGULAR	6,9	REGULAR

Fonte: Autor (2023)

Em relação à Tabela 2, quanto aos resultados do LVC, foram observados em campo, quanto ao trecho 1, apenas 5 panelas, 4 remendos, 3 metros de trincas e maior número de afundamentos (8,9 m). O trecho 2 foi observado ainda menos problemas no tocante a norma (3 panelas, 4 remendos, 8,7 metros de trica e 1 metro de ondulação). Quanto ao trecho 3, notou-se um grande número de buracos (18), remendos (10) e 31,2 metros trincas. No quadro 2 pode-se observar fotos representativas das patologias supracitadas em cada trecho analisado.

Cabe ressaltar que o trecho 1 é praticamente todo em calçamento e, nas normas utilizadas, DNIT 008/2003 – PRO e DNIT 005/2003 – TER, as patologias apresentadas são voltadas principalmente para o pavimento asfáltico. Isto é, o LVC torna-se uma técnica imprecisa para aplicação em pavimentos de paralelepípedo, visto que neles existem outras patologias que não são mencionadas nas normas supracitadas. Como menciona Pellenz (1983), algumas delas são: abatimento do pavimento devido à instabilidade do subleito;

deslocamento das pedras por conta da ação das rodas dos veículos ao realizar curvas; afloramento de materiais argilosos do subleito e superfície escorregadia.

Quanto ao IRI, apesar dos resultados ruins para os trechos 2 e 3, cabe ressaltar que no trecho 2, 108 metros deu um IRI bom e 101m possuiu um IRI regular, justamente no trecho reto em que o carro ficou mais estável, onde se tinha menos lombadas, curvas e patologias. Além disso, no trecho 3, também em um trecho reto, 209m obteve-se IRI menor que 2,5, ou seja, IRI bom. Já em relação à rota 1, todo o trecho teve resultado ruim, pois a todo momentos havia trepidações por conta do pavimento em paralelepípedo, ou seja, não houve fluidez em nenhum momento, elevando assim a irregularidade longitudinal.

Quadro 2 – Imagens das patologias encontradas em cada trecho

TRECHO	PATOLOGIA	IMAGEM
TRECHO 1	Deformação (afundamento)	
TRECHO 2	Trinca	
TRECHO 3	Panela (buraco)	

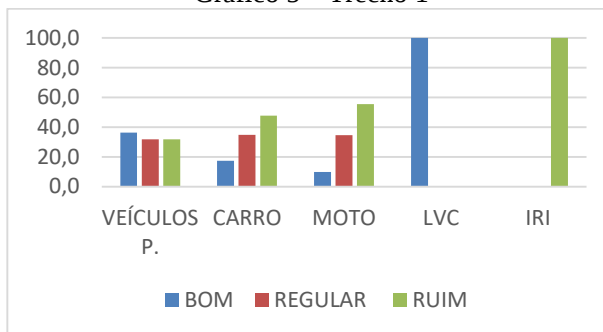
Fonte: Autor (2023)

Além dos defeitos apresentados no Quadro 2, foram observadas outras problemáticas que não adentram na norma, tais como: lombadas irregulares com peças fora do lugar (Trecho 1), bueiros muito fundos logo após lombadas, o que já chegou a causar acidentes por conta do desequilíbrio causado ao usuário de motocicletas (Trecho 2), e quanto o Trecho 3, bueiros abertos pela ação do homem, desgastando o pavimento asfáltico.

3.2.1.1. Trecho 1

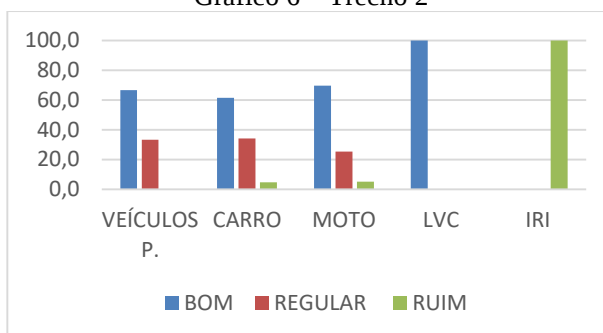
Elaborou-se os gráficos 5, 6 e 7 com o compilado de informações sobre a pesquisa de opinião, LVC e IRI. Os gráficos representam, no eixo horizontal, os resultados da pesquisa de opinião para os tipos de transportes: veículos pesados (VP), carro e moto. Além disso, o resultado dos métodos LVC e IRI, em que foi considerado igual a 100% de acordo com o conceito (bom, regular e ruim).

Gráfico 5 – Trecho 1



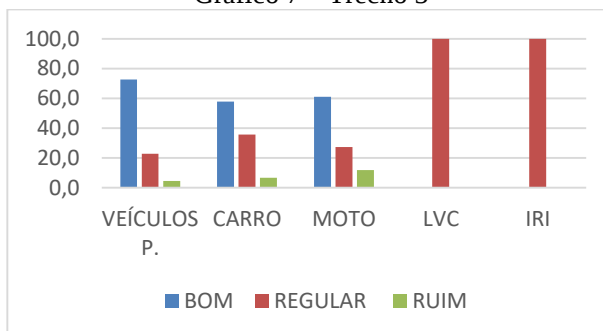
Fonte: Autor (2023)

Gráfico 6 – Trecho 2



Fonte: Autor (2023)

Gráfico 7 – Trecho 3



Fonte: Autor (2023)

Como se pode observar no Gráfico 5, para o trecho 1, o usuário de veículos pesados, o considera como uma rota com pavimento na condição de regular para ruim, visto que se somada a porcentagem de regular e ruim, tem-se 63,6%, enquanto apenas 36,4% o consideram bom. Porém, para o método LVC, esse trecho é bom, o que indica que os usuários desse tipo de transporte julgaram a rota conforme demonstrado no gráfico 2, por sua condição e tipo de pavimento, que a depender da situação podem causar desconforto ao motorista.

Nota-se que para os modos carro e moto, os resultados são muito semelhantes. De acordo com o Gráfico 5, o trecho 1 foi considerado como ruim, com cerca de 47,8% de escolha para carro e 55,6% para moto. Como observado no gráfico 3 e 4, em relação aos usuários de carros e motos não escolher o trecho 1, o tipo de pavimento influenciou de forma significativa na escolha deles, visto que os usuários preferem e sentem mais conforto no pavimento asfáltico do que no paralelepípedo. Como constatação, o resultado do IRI demonstra tal fato, pois nesse trecho não houve nenhum tipo de regularidade, há muita trepidação por conta do tipo de pavimento. Quanto ao LVC ter

dado um bom resultado para este trecho, como foi explicado no item 3.2.1, a norma não alcança esse tipo de pavimento, então toda sua irregularidade e patologias diferentes das do pavimento asfáltico não foram consideradas.

Por mais que o LVC esteja resultando como bom para o trecho 1, os usuários dos diferentes modos de transporte não preferem esse trecho, como mostra o Gráfico 1. Além disso, nos gráficos 2, 3 e 4, em que mostram os motivos de não o terem escolhido, condição e tipo de pavimento foram bem pontuados. Isso demonstra que o método LVC não está conseguindo avaliar de forma eficaz o desconforto que os usuários indicaram nessa rota, pois o método não avalia a trafegabilidade ao dirigir.

3.2.1.2. Trecho 2 e Trecho 3

Já as rotas 2 e 3, de acordo com gráfico 6 e 7, aproximadamente 70,0% dos entrevistados de veículos pesados consideraram os trechos como bom. Porém, ao comparar o resultado da pesquisa com o resultado técnico, percebe-se que a rota 3, segundo o LVC, é regular. Ainda assim foi o trecho mais escolhido por esse meio de transporte, devido à sua geometria. Apesar do maior número de patologias, os usuários desse modo experimentam menos desconforto do que um usuário de carro e moto, por exemplo.

O gráfico 6 expõe, em relação ao trecho 2, que tanto na pesquisa de opinião quanto no resultado do LVC, obteve-se resultados positivos no tocante à sua condição, porém o IRI demonstra que é uma rota ruim. Esse trecho, por ter muitas lombadas, bueiros e curvas pode ter afetado nesse resultado, porém, como o limite para o IRI ser considerado regular é 7, e na tabela 2, observa-se um valor de 7,2 obtido em campo, considera-se, se arredondado o valor, como um trecho regular e não ruim, o que faria mais sentido.

Quanto ao gráfico 7, na pesquisa de opinião, todos os modos consideraram o trecho 3 como bom, porém tanto o LVC quanto o IRI conceituaram como um trecho regular. O LVC, devido ao número de patologias observadas e o IRI, dentre as três rotas, essa foi a considerada melhor, com um valor de 6,9. O que se pode explicar é que por mais que houvesse muitas patologias como trincas, buracos e remendos, mas o veículo não trepida tanto ao passar por eles, seja por ser feito um desvio ou por não serem de fato um obstáculo a ser vencido pelo transporte, que não está atrapalhando o segmento que o veículo percorre.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste estudo foi possível chegar a algumas conclusões, como:

- Foi possível avaliar que todos os veículos analisados (veículos pesados, carro e moto) preferem percorrer rotas com pavimento asfáltico (trechos 2 e 3) do que com paralelepípedo (trecho 1), isto é, o tipo de pavimento interfere sim na escolha de rotas. Isso é um fato que inclusive influencia grandes cidades a implementar o calçamento em zonas onde se pretende reduzir o fluxo de veículos motores e favorecer o pedestre, como nas partes centrais e turísticas;

- A condição do pavimento foi um motivo recorrente para a não escolha do trecho 1 em todos os modos de transporte, e quanto aos demais trechos, estava sendo sempre ressaltado, mesmo que em taxas menores, demonstrando que a situação em que se encontra a via é sim um motivo influente no momento de determinar qual a rota a ser seguida;

- O IRI conseguiu, principalmente em relação ao trecho 1, demonstrar a real situação da irregularidade e desconforto que o calçamento traz ao usuário. O resultado foi de encontro com a opinião da população. Já o LVC se mostrou ineficaz para a avaliação de pavimentos em calçamento, como já alertado na literatura, fazendo com que diversas problemáticas comuns em pavimentos de paralelepípedo e que não deixam de ser importantes, deixassem

de ser levadas em consideração. Ou seja, o conceito definido pelo LVC para esse tipo de pavimento não conseguiria influenciar na escolha de rotas dos usuários;

- Em relação ao trecho 2, não houve certa concordância, pois, todos os modos de transporte deram essa rota como boa, mas o IRI resultou em ruim. Acredita-se que por ser uma via com muitas lombadas e bueiros fundos logo após, causa elevação da irregularidade. Quanto ao 3, o IRI deu regular, sendo o melhor avaliado por esse índice e na opinião da população, esse trecho foi o segundo mais preferível, havendo concordância. Sobre o LVC, quanto a tais rotas, 2 e 3, ele se mostrou eficaz, pois os resultados da pesquisa de opinião concordaram com o resultado do método.

Sugestões para trabalhos futuros:

- Analisar mais vias da cidade com o uso do Roadlab PRO para obtenção do IRI, como forma de se aprofundar no entendimento da escolha das rotas dos usuários;
- Aplicar outros métodos presentes na literatura para avaliação da condição do pavimento, como forma de aumentar o banco de dados e comparação com os demais índices;
- Realizar os levantamentos periodicamente, a fim de observar se houve maior degradação ou reconstrução dos pavimentos;
- Inserir mais variáveis de análise, tais como tráfego, sinalização, etc.;
- Propor ao gestor público um programa de acompanhamento permanente, além de recomendações técnicas de recuperação e manutenção das vias;
- Propor um índice de análise de condição do pavimento voltado a áreas urbanas de cidades de pequeno porte.

REFERÊNCIAS

BARELLA, Rodrigo Maluf. **Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilômetros inerciais**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 362 f., 2008.

BARROS, APBG; MARTÍNEZ, Luis Miguel; VIEGAS, José Manuel. Entender conjuntamente a escolha modal e de rotas dos pedestres em Portugal. In: **XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET. Anais**. 2015.

BRASIL, DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. - Rio de Janeiro, 2010. 392p. (IPR. Publ., 740).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro, 2011. 189p.

CNT: SEST SENAT. Confederação Nacional do Transporte, Serviço Social do Transporte, Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte. (2022). Pesquisa CNT de rodovias 2013: relatório gerencial. 389p. Brasília, DF. Disponível em: < <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/conteudo> >. Acesso: 19/05/2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 - PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro: Ipr, 2003.

HERNÁNDEZ, Lorena et al. Apoio à decisão multicritério na priorização de rotas para o transporte urbano. **Revista Produção Online**, v. 20, n. 2, p. 398-421, 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/campo-grande/panorama>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

JORGE, Roberlaine Ribeiro. **A influência das condições do pavimento no processo de escolha de rotas em viagens interurbanas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 190. 1999.

- LADEIRA, Lucas Zanco. **Serviço de Sugestão de Rotas Personalizável e Ciente de Contexto**. 2020. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação, Campinas, 2020.
- LUCENA, M; LUCIANO, T. M. O; DARONCHO, C. As vantagens da roteirização de cargas. In: **III EngeTec: Encontro de Gestão e Tecnologia. Anais**. 2020.
- MACHADO NETO, Eloy Ferraz. **Influência dos veículos pesados na capacidade de rodovias de pista simples**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Carlos, 154 f., 1995.
- Ministério da Infraestrutura, SENATRAN - Secretaria Nacional de Trânsito – 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?localidade2=240130>>. Acesso em: 05 de março de 2023.
- OLIVEIRA, F. A. D. Desenvolvimento de um plano de manutenção e reabilitação das vias da cidade de Caraúbas/RN. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 79 f., 2018.
- PAIVA, R. M. S. **Uso de ferramentas de georreferenciamento para caracterização de defeitos em pavimentos urbanos**: Estudo de caso na cidade de Caraúbas-RN. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 57 f., 2022.
- PELLENZ, E. **Paralelepípedos e Alvenaria Polidétrica**: Manual de Utilização. 1. ed. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. São Paulo, 1983.
- PRADO, B.B.; MAGAGNIN, R. C. Fatores que podem afetar a escolha de rotas seguras no trajeto por caminhada entre o ponto de ônibus e a escola. In: Maria Solange Gurgel de Castro Fontes, Obede Borges Faria e Rosio Fernández Baca Salcedo. (Org.). **Pesquisa em arquitetura e urbanismo: Fundamentação teórica e métodos**. 1ed. Bauru: Cultura Acadêmica, 2016, v. 1, p. 165-186.
- QUADRADO, Caroline Aveiro; POLIDORI, Maurício Couto. ROTAS DE CICLISTAS E FATORES DECISIVOS PARA A ESCOLHA DE PERCURSOS. **Projectare: Revista de Arquitetura e Urbanismo**, v. 1, n. 10, p. 136-157, 2020.
- SCHERER, Renan Gustavo et al. **Influência da irregularidade longitudinal de pavimentos na perda de carga no transporte de soja e nos demais custos operacionais**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 185 f., 2022.
- SOUSA, Isabel-Cristina Nunes de; PENHA-SANCHES, Suely da. Fatores influentes na escolha de rota dos ciclistas. **EURE (Santiago)**, v. 45, n. 134, p. 31-52, 2019.
- TERCEIRO NETO et al. Avaliação das condições do pavimento em via urbana na cidade de João Pessoa/PB – Comparação entre índices. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 33., 2019, Balneário Camboriú-SC. **Anais [...]** Santa Catarina: anpet, 2019, p. 1269-1280.
- VARGAS, J. C. B.; URIARTE, A. M. L.; CYBIS, H. B. B. Escolha de rotas a pé – método e estudo exploratório. **TRANSPORTES**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 2636, 2022. DOI: 10.14295/transportes.v30i1.2636. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/2636>. Acesso em: 25 de abril de 2023.