



AVALIAÇÃO SUBJETIVA DE PAVIMENTOS URBANOS FLEXÍVEIS A PARTIR DE IMAGENS

Subjective evaluation of flexible urban pavements from images

Maria Fernanda Valério¹; Juliana Yuri Matsumoto¹; Carlos Alberto Prado da Silva Junior¹; Heliana Barbosa Fontenele¹

¹Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, PR.

e-mail: maria.fernanda7v@uel.br, juliana.yuri.matsumoto@uel.br, cprado@uel.br, heliana@uel.br

RESUMO – Uma das práticas comuns de avaliação da condição atual da superfície de pavimentos flexíveis se baseia em análises subjetivas. Tal método permite identificar o nível de deterioração do pavimento e com isso desenvolver soluções para a sua manutenção. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a eficácia do uso de imagens de pavimentos urbanos para a execução de avaliações subjetivas. Para tanto, foram examinados os desvios existentes entre as avaliações realizadas por especialistas e por um público leigo. Entre os principais resultados foi observado que, apesar de algumas discordâncias, a classificação da qualidade da superfície atribuída à maioria dos pavimentos foi próxima. Conclui-se que alguns desvios eram esperados, tendo em vista a diferença existente na experiência entre os dois grupos. Além disso, a qualidade das imagens e o contexto em que os participantes estavam inseridos pode ter ocasionado percepções diferentes. Assim, a abordagem usada pode ser considerada promissora aos municípios para o processo de modernização da avaliação da condição dos pavimentos urbanos.

Palavras-chave: Percepção dos Usuários; Via Urbana; Fotografia; Serventia Atual.

ABSTRACT – One of the common practices for assessing the current condition of flexible pavement surfaces is based on subjective analyses. This method allows identifying the level of pavement deterioration and thus developing solutions for its maintenance. Thus, the objective of this study was to analyze the effectiveness of using images of urban pavements to perform subjective assessments. To this end, the deviations between the assessments carried out by experts and by a lay audience were examined. Among the main results, it was observed that, despite some disagreements, the classification of surface quality attributed to most pavements was close. It was concluded that some deviations were expected, given the difference in experience between the two groups. In addition, the quality of the images and the context in which the participants were inserted may have caused different perceptions. Thus, the approach used can be considered promising for municipalities in the process of modernizing the assessment of the condition of urban pavements.

Keywords: Users' Perception; Urban Road; Photography; Current Utility.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as vias pavimentadas, particularmente as vias urbanas, carecem de manutenções programadas para que a vida útil prevista no projeto seja atingida (Pires, 2019). Assim, uma alternativa para estabelecer critérios para a escolha das intervenções de manutenção e reabilitação a serem aplicadas em cada segmento da malha viária, considerando eficiência técnica e econômica, é a implantação de um Siste-

ma de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), cujo objetivo é oferecer vias na melhor condição possível ao menor custo (Alarcão *et al.*, 2022).

A estrutura de um SGPU se inicia pelo inventário da rede, com dados da avaliação da condição atual de toda malha viária. Uma das formas de conhecer a condição do pavimento é a partir da avaliação subjetiva. Segundo Araújo *et al.* (2021), as análises do tipo subjetiva têm o objetivo de determinar, com base na percepção dos usuários, o conforto, a suavidade e a segurança proporcionados pelo pavimento. Este modo de avaliação possui algumas vantagens em relação a outros tipos, como uma menor quantidade de tempo e tratamento mais simples das informações levantadas.

No entanto, este formato de avaliação pode apresentar algumas desvantagens que influenciam fortemente na classificação da situação do pavimento. Entre elas, conforme as pesquisas de Folco *et al.* (2020) e Araújo *et al.* (2021), devido a sua subjetividade, esse tipo de avaliação pode não retratar fielmente a condição do pavimento, pois cada avaliador possui uma referência diferente do que é uma condição boa e ruim de uma via.

Para que esses impasses sejam cada vez menores, estudos foram feitos com base no uso de escalas visuais para auxiliar os avaliadores e, de forma prática e mais econômica, unir a avaliação subjetiva com o auxílio de fotografias. De acordo com Martins *et al.* (2017), ao utilizar fotografias em conjunto com essas escalas, os avaliadores podem ter uma referência visual direta, o que facilita a compreensão e a comunicação das avaliações.

As fotografias capturam não apenas a condição atual do pavimento, mas também sua evolução ao longo do tempo. Conforme as análises de Sousa e Oliveira (2019), as imagens fornecem uma representação visual detalhada e objetiva das condições de superfície, incluindo fissuras, deformações, irregularidades e outros defeitos. Essa riqueza de detalhes é fundamental para os engenheiros e gestores de infraestrutura entenderem o estado real dos pavimentos e tomarem decisões informadas sobre manutenção e reparos.

Além disso, conforme os estudos de Ferreira (2010), o uso de fotografias na avaliação subjetiva dos pavimentos urbanos flexíveis permite uma análise mais abrangente e consistente. Ao comparar imagens de diferentes locais e momentos, é possível identificar padrões de deterioração, áreas de maior desgaste e tendências de longo prazo. Isso facilita a priorização de intervenções e o desenvolvimento de estratégias de manutenção preventiva mais eficientes.

Assim, este artigo baseia-se na comparação das avaliações realizadas a partir de fotografias de pavimentos que foram analisadas por um grupo de profissionais da engenharia pertencentes à área de transportes e por um grupo de pessoas de diferentes áreas da sociedade. Os dados foram coletados em uma atividade realizada em um evento tecno-científico-educacional promovido pelo governo do estado.

O evento possuiu a finalidade de promover ações de educação e divulgação científica em parceria com especialistas e instituições de ciência, tecnologia e inovação. Estas iniciativas buscam compartilhar experiências e criar conteúdo para popularizar o conhecimento, especialmente nas Instituições de Ensino Superior e outras entidades voltadas para Ciência e Tecnologia, com o objetivo de conscientizar a sociedade sobre as contribuições científicas do estado.

Dessa forma, com o intuito de apresentar aos visitantes do evento a avaliação dos pavimentos das vias urbanas de uma forma interativa, foi escolhido utilizar a avaliação subjetiva. Assim, foi elaborado um Quiz que tinha como base imagens capturadas por uma câmera digital para serem julgadas pelos participantes do evento. A troca de conhecimento baseou-se na comparação entre a classificação atribuída pelas pessoas com as dos profissionais sobre os respectivos pavimentos.

A partir desta experiência, com as observações feitas por pessoas com diferentes tipos conhecimentos, foi possível analisar vários pontos em relação as notas dadas por especialistas na área. Destaca-se ainda a importância de estudos como este para melhorar a eficiência, produtividade e segurança dos avaliadores nas avaliações de pavimentos, bem como que venham contribuir para que adequadas tomadas de decisão sejam feitas pelos gestores municipais.

2. METODOLOGIA

As observações feitas neste artigo se basearam em um experimento realizado em um evento tecno-científico-educacional com duração de três dias. A ideia da atividade foi de mostrar para um público de diferentes áreas como funciona uma avaliação subjetiva em pavimentos urbanos. Para que isso fosse possível, foram utilizadas imagens das vias a serem avaliadas em um jogo virtual (Quiz) desenvolvido na plataforma de questionários online Quizizz.

O jogo foi formado por nove questões, uma para cada imagem do pavimento. Porém, com o intuito de tornar a atividade mais dinâmica, as imagens não apareciam no smartphone e, sim, em um banner fixado no local da realização da atividade. Conforme pode ser visto na Figura 1, o banner utilizado continha, além das fotografias, a escala a ser usada na avaliação, que relacionava os intervalos de notas à respectiva classificação.

Figura 1. Banner utilizado no evento.



Fonte: Os autores.

Para dar acesso ao Quiz, foram gerados, impressos e disponibilizados alguns QR codes. Dessa forma, os participantes podiam entrar diretamente no jogo com seus celulares. Assim que acessado, os jogadores tinham um minuto para selecionar entre as cinco opções de avaliações para o determinado pavimento (Figura 2).

Figura 2. Tela apresentada no Quiz.



Fonte: Os autores.

As questões sobre a condição dos pavimentos eram numeradas de acordo com a das imagens do banner e, ao iniciar o jogo, por exemplo, a frase “Como você avalia a imagem do pavimento 1?” surgia para

o jogador para que ele avaliasse a situação do pavimento apresentado na fotografia 1 (Figura 2); e na sequência, as opções de avaliações eram apresentadas. Reforça-se que neste teste, a fim de simplificar e viabilizar a geração e aplicação da avaliação no formato de um Quiz, foram utilizadas apenas as opções de classificação de péssimo a excelente.

As respostas dadas pelo público que participou desta dinâmica foram comparadas à média das respostas dadas previamente por cinco profissionais de Engenharia Civil pertencentes à área de transportes. Caso o participante selecionasse a mesma qualificação do pavimento dada pelos especialistas, a resposta era considerada correta. Assim, ao selecionar uma destas opções, o Quiz já indicava se a resposta estava correta ou não, apresentando, na sequência, um ranking de melhores e piores pontuações ao final do jogo.

Ademais, para orientar os participantes do jogo, os responsáveis pela organização do Quiz explicaram que a classificação dos pavimentos deveria ser dada conforme a sua percepção da suavidade de rolamento, proporcionada pela via constante em cada imagem, ao se imaginarem trafegando por ela. A classificação teria que ser atribuída com base a escala apresentada no banner (Figura 1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As avaliações dos pavimentos atribuídas pelos profissionais estão apresentadas na Tabela 1.

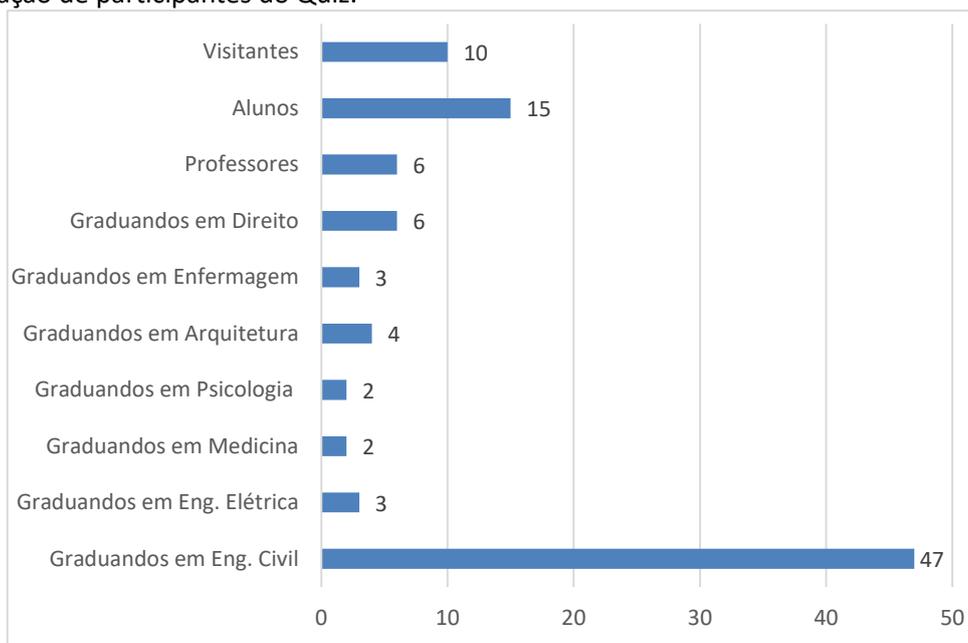
Tabela 1. Avaliação dos profissionais.

Pavimento	Nota	Classificação
1	56	Regular
2	26	Ruim
3	69	Bom
4	10	Péssimo
5	97	Excelente
6	37	Ruim
7	92	Excelente
8	45	Regular
9	11	Péssimo

Fonte: Os autores.

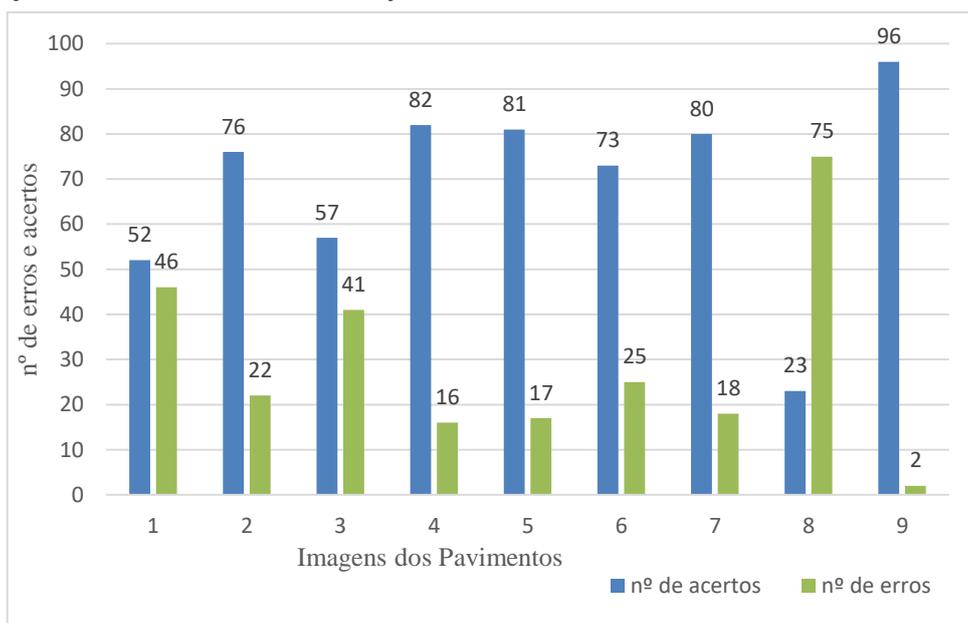
A partir das respostas registradas no Quiz, ao longo dos três dias de evento, foram gerados relatórios com todos os resultados e porcentagens de erros e acertos das avaliações. Além disso, foi registrado que, ao todo, 98 pessoas participaram do jogo, sendo elas de diferentes áreas do conhecimento.

Entre as classificações mais generalizadas apresentadas na Figura 3, os “visitantes” foi registrado como os funcionários da universidade que estava ocorrendo o evento e os educadores das escolas do município em questão. Já os “alunos”, compreendem crianças e jovens do ensino fundamental e médio. Por fim, “professores” diz respeito aos docentes do local sede e das universidades visitantes.

Figura 3. Relação de participantes do Quiz.

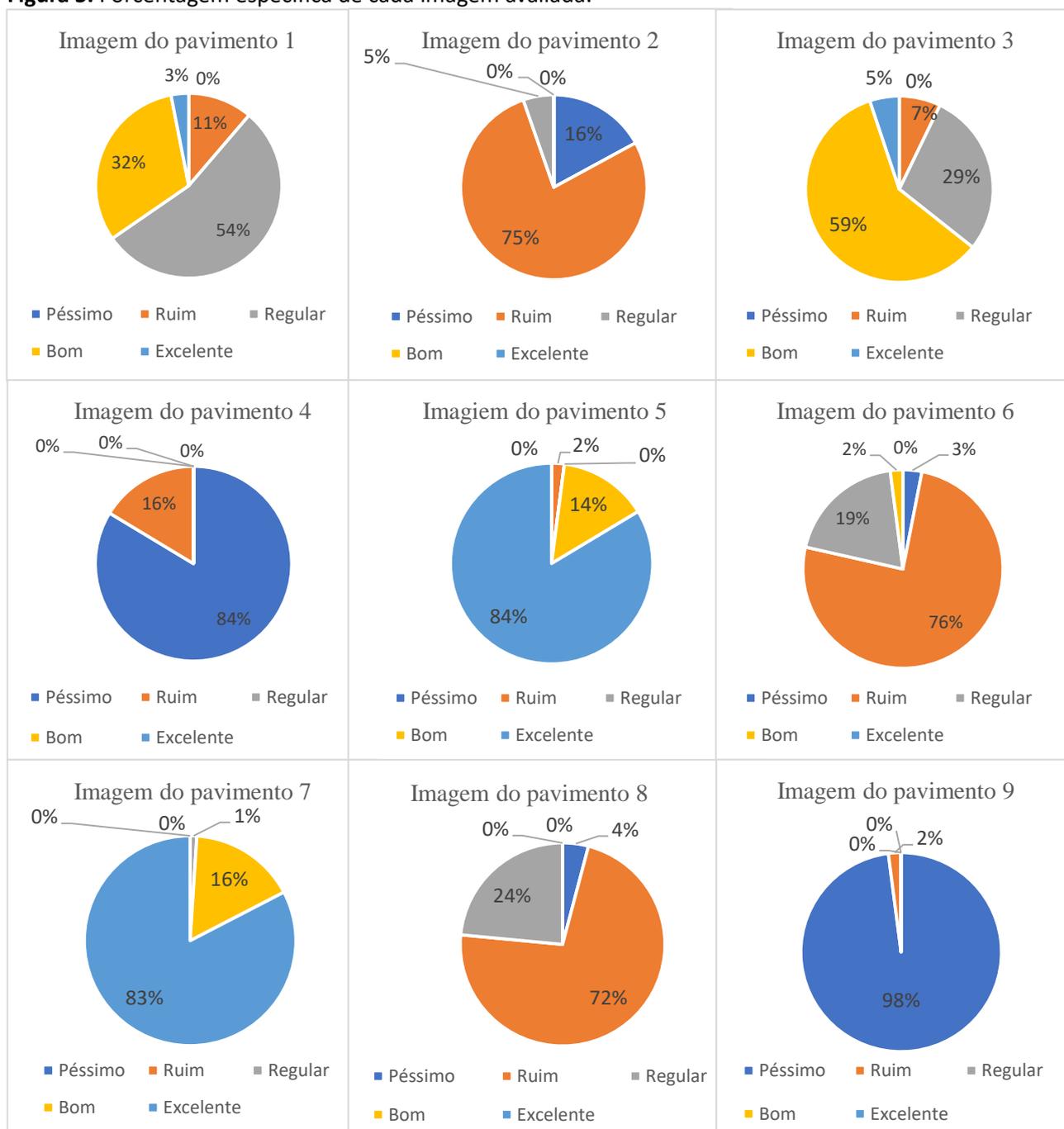
Fonte: Os autores.

Assim, foi possível obter os resultados das avaliações do público como apresentado na Figura 4.

Figura 4. Relação de erros e acertos da avaliação.

Fonte: Os autores.

A fim de deixar explícitas as classificações dadas e retirar melhores análises, segue a porcentagem de cada opção selecionada pelos participantes nos gráficos da Figura 5.

Figura 5. Porcentagem específica de cada imagem avaliada.

Fonte: Os autores.

A partir destes dados, nota-se que a maioria dos pavimentos teve uma classificação uniforme, ou seja, percepções que não foram tão discrepantes em relação às análises dos profissionais. Isso porque, as escolhas de respostas dos participantes estavam em classes próximas, como no pavimento 1, por exemplo, em que 54% optaram pela classificação correta (Regular), porém, 32% das pessoas denominaram o pavimento como “Bom”. Com isso, pode-se concluir que as opções de respostas mais selecionadas não giraram em torno de classificações muito diferentes, como optar por “Bom” e “Péssimo” na mesma imagem.

No entanto, ao analisar os resultados da imagem do pavimento 8, o cenário de classificação muda de maneira discrepante. A via, classificada como “Regular” pelos profissionais, obteve uma porcentagem de erro maior que 76% pelo público. Durante a dinâmica do jogo, os participantes fizeram alguns questionamentos e discordaram com a classificação dada como correta. A opção selecionada pela maioria dos indivíduos no Quiz classifica o pavimento como “Ruim”. Na Figura 6, é apresentada a imagem relativa ao pavimento número 8 que constava no banner visualizado pelos participantes da atividade.

Figura 6. Imagem do Pavimento 8.



Fonte: Os autores.

As questões mais levantadas pelo público para classificar a via de número 8 como "Ruim" foram que o pavimento, a partir da imagem, parecia estar mais deteriorado e com buracos. Sendo assim, do ponto de vista dos participantes, a suavidade ao rolamento na via com tais condições da superfície é classificada como ruim.

Analisando a Figura 6, pode-se observar que o pavimento possui na sua maior parte uma grande área de desgaste, o que foi considerado pelos profissionais como uma via em condições que fornece uma qualidade de viagem regular. Portanto, do ponto de vista dos especialistas, a via ainda não estava em um estado que representasse um cenário de péssima condição.

Dessa forma, em função da discordância, os comentários do público em relação a esta imagem giraram em torno dos seguintes aspectos: qualidade da fotografia, iluminação do local, ângulo da foto e distância de captura. Com isso, pode-se verificar que a imagem 8 gerou dúvidas na avaliação dos participantes e, portanto, não favoreceu o processo de identificação da atual situação do pavimento.

Comentários como estes também foram levantados na maioria das imagens, mas com ênfase na situação 8. No entanto, não se pode apenas levar em consideração os pontos levantados pelo público a respeito da qualidade das imagens como justificativa da avaliação. Isso porque, durante o evento estava ocorrendo outras apresentações e questões referentes ao tempo e ao conhecimento podem ter influenciado neste resultado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como propósito investigar os desvios existentes nas percepções de um público não especializado em engenharia (área de transportes) em comparação com as avaliações realizadas por profissionais da área, utilizando fotografias como ferramenta de análise de pavimentos urbanos. Os resultados revelaram que, embora a maioria das avaliações do público tenha sido semelhante às dos especialistas, houve casos de discordância significativa, especialmente evidenciados na análise da imagem do pavimento número 8.

Essas discrepâncias levantam questões importantes sobre a interpretação das condições dos pavimentos com base em imagens, destacando a influência da qualidade da fotografia. Além disso, é necessário considerar o contexto do evento tecno-científico-educacional, onde outros elementos podem ter influenciado as percepções dos participantes.

Ao abordar essa metodologia mais dinâmica com o uso do Quiz, proporcionou-se uma experiência única aos participantes do evento, oferecendo-lhes a oportunidade de vivenciar de forma interativa o processo de avaliação de pavimentos urbanos. Através de um jogo virtual desenvolvido especialmente para o evento, os participantes puderam não apenas avaliar as condições das vias urbanas, mas também compreender, de maneira prática, uma das formas que os engenheiros de transportes podem realizar este trabalho.

Essa abordagem dinâmica não apenas envolveu os participantes de forma direta, mas também demonstrou de maneira tangível o trabalho dos engenheiros na avaliação das vias urbanas para proporcionar decisões adequadas de manutenção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Londrina pela bolsa dos programas de pesquisas e ao Laboratório de Engenharia de Transportes (LET- CTU) pela infraestrutura disponibilizada, bem como aos alunos que voluntariamente contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, K. L.; ZANCHETTA, F.; VIVIANI, E.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. Utilização em Planilha Visual Basic Application – VBA para análises de dados para pavimentos urbanos. **Conjecturas**, Caxias do Sul, v. 22, n. 14, p. 493-512, 2022. DOI: <https://doi.org/10.53660/CONJ-1764-2K61>

ARAÚJO, C. S.; SALVIATTO, V. H.; FOLCO, J. P. S.; SILVA JÚNIOR, C. A. P. Análise de erros sistemáticos na avaliação subjetiva da condição de pavimentos flexíveis. *In*: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 9., 2021, Bauru, SP. **Anais [...]**. Bauru, SP: Unesp, 2021.

FERREIRA, E. R. **Procedimentos automáticos para apoio na avaliação de pavimentos com uso de imagens digitais**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

FOLCO, J. P. S.; ARAÚJO, C. S.; CRUZ, M. G.; SALVIATTO, V. H.; SILVA JÚNIOR, C. A. P.; FONTENELE, H. B. Avaliação subjetiva da condição de pavimentos flexíveis com uso de uma escala visual: uma análise dos erros sistemáticos. **RCT - Revista de Ciência e Tecnologia**, Boa Vista, RR, v. 6, p. 1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18227/rct.v6i0.6522>

MARTINS, E. P. A.; OLIVEIRA, M. C. S.; DA SILVA, A. F. Avaliação de pavimentos flexíveis através de um método de inspeção visual. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA EM TRANSPORTES, ANPET, 31., 2017, Recife, PE. **Anais [...]**. Recife: ANPET, 2017.

PIRES, C. A. B. **Considerações sobre os métodos de avaliação subjetiva e objetiva de pavimentos urbanos: O caso de Valparaíso de Goiás – GO**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019.

SOUSA, E. S.; OLIVEIRA, F. H. L. Verificação do parâmetro de macrot textura de pavimentos em serviço por meio de análises digital de imagens. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, CE, v. 40, n. 1, p. 1-17, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5020/23180730.2019.8595>