

DELAMINAÇÃO EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS: CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO VISUAL PARA APOIO À IDENTIFICAÇÃO

Lilian Rodrigues Lopes (UEPG) E-mail: 20018721@uepg.br
João Vitor dos Santos (UEPG) E-mail: djovitor@gmail.com
Luciano Jose Senger (DEINFO-UEPG) E-mail: ljsenger@uepg.br
Lilian Tais de Gouveia (DENGE-UEPG) E-mail: ltgouveia@uepg.br

Resumo: A delaminação resulta da perda de aderência entre camadas asfálticas, podendo produzir destacamento do revestimento e sua extensão subsuperficial pode ser mais extensa que a verificada na superfície. Este estudo teve como objetivos caracterizar o defeito a partir da literatura, propor uma classificação visual preliminar de suas manifestações superficiais e registrar sua inclusão no banco de dados do LabPavi. A pesquisa aplicada e exploratória reuniu revisão bibliográfica narrativa e levantamento de imagens realizado entre março e setembro de 2024. Cerca de 80 imagens foram examinadas e 24 compuseram uma amostra de conveniência, selecionada por nitidez, compatibilidade visual e rastreabilidade da fonte. Dois avaliadores classificaram as imagens de forma independente, com concordância inicial de 87,5%. Foram definidas duas classes descritivas: Classe visual 1, manifestação localizada, e Classe visual 2, manifestação extensa ou múltipla, com 12 imagens em cada classe. As classes não representam severidade nem permitem inferir profundidade ou comprometimento estrutural. A inclusão da delaminação no LabPavi tem finalidade didática e apoia seu reconhecimento visual. O estudo também evidencia a importância de considerar a delaminação como defeito independente nos sistemas brasileiros de identificação de defeitos, mantendo a investigação subsuperficial como etapa necessária.

Palavras-chave: delaminação; pavimentos asfálticos; classificação visual; defeitos de pavimentos; imagens.

DELAMINATION IN ASPHALT PAVEMENTS: CHARACTERIZATION AND VISUAL CLASSIFICATION TO SUPPORT IDENTIFICATION

Abstract: Delamination results from loss of bond between asphalt layers and may produce detachment of the surface course; its subsurface extent tends to be larger than the visibly affected area. This study aimed to characterize the distress from the literature, propose a preliminary visual classification of its surface manifestations, and record its incorporation into the LabPavi database. This exploratory applied study combined a narrative literature review and an image survey conducted from March to September 2024. Approximately 80 images were screened and 24 formed a convenience sample, selected based on image clarity, visual compatibility with delamination, and source traceability. Two evaluators independently classified the images, achieving an initial agreement of 87.5%. Two descriptive classes were defined: Visual Class 1, localized manifestation, and Visual Class 2, extensive or multiple manifestation, with 12 images in each class. The classes do not represent severity levels and do not allow inference about depth or structural condition. The inclusion of delamination in LabPavi serves educational purposes and supports visual recognition of the distress. The study also highlights the importance of recognizing delamination as an independent defect in Brazilian pavement identification systems, while maintaining subsurface investigation as a necessary step for structural diagnosis.

Keywords: delamination; asphalt pavements; visual classification; pavement defects; images.

1. Introdução

O desempenho dos pavimentos depende das condições estrutural e funcional, ambas relacionadas aos defeitos que se manifestam em sua superfície. Entre esses defeitos, a delaminação corresponde à perda de aderência entre camadas asfálticas e pode evoluir para o destacamento do revestimento. Apesar de seu mecanismo específico, ela não aparece como categoria independente na terminologia brasileira utilizada para a avaliação de pavimentos que embasam tomadas de decisão na manutenção e na restauração de pavimentos.

A norma DNIT 005/2003-TER define panela ou buraco como uma cavidade formada no revestimento por diferentes causas, entre elas a falta de aderência entre camadas superpostas e o consequente deslocamento (DNIT, 2003a). Entretanto, a panela é geralmente associada à desagregação progressiva do material, enquanto a delaminação se origina na interface entre camadas, com possível exposição relativamente plana da camada subjacente. Essa diferença de mecanismo e morfologia justifica sua identificação separada.

A área visível não corresponde necessariamente à extensão real do descolamento. A inspeção visual permite reconhecer uma manifestação superficial compatível com delaminação, mas não determina profundidade, extensão subsuperficial ou condição das camadas inferiores.

O LabPavi, desenvolvido na Universidade Estadual de Ponta Grossa, reúne imagens e descrições de defeitos em pavimentos asfálticos para apoiar seu reconhecimento visual, com finalidade prioritariamente didática (Assad e Sato, 2021; Baldissera, 2022). Neste trabalho, a delaminação foi incluída no sistema sem associação automática com diagnóstico subsuperficial ou atividades de manutenção.

O objetivo deste artigo é caracterizar a delaminação em pavimentos asfálticos a partir da literatura, propor uma classificação visual preliminar de suas manifestações superficiais e registrar a inclusão de imagens do defeito no banco de dados do LabPavi. Como objetivo complementar, discutem-se métodos não destrutivos que podem apoiar a investigação subsuperficial, embora não tenham sido aplicados experimentalmente.

2. Revisão da Literatura

2.1. Delaminação e perda de aderência entre camadas

A delaminação está associada à perda de aderência na interface entre camadas asfálticas. Problemas de pintura de ligação, preparação inadequada da superfície, compactação deficiente, dano por umidade e solicitações cisalhantes elevadas produzidas pelo tráfego podem contribuir para o desenvolvimento do descolamento (Lee et al., 2013; Cho et al., 2017; McDaniel et al., 2014).

Na literatura brasileira, diferentes estudos têm demonstrado a importância mecânica da aderência interfacial. Guimarães (2013), Santos, Assis e Fernandes Júnior (2019), Rocha et al. (2021) e Scherer et al. (2020) mostram que a condição da interface altera tensões, deformações e desempenho estrutural. Esses estudos reforçam que a delaminação não deve ser interpretada apenas pela aparência da cavidade visível, pois a estrutura pode estar comprometida em extensão maior do que a área superficialmente afetada.

A manifestação superficial pode apresentar perda localizada do revestimento e fundo relativamente plano (Figura 1), característica que auxilia sua diferenciação visual em relação a determinados buracos formados por processos de desagregação. Essa diferenciação deve ser tratada como reconhecimento visual preliminar.



Figura 1 – Delaminação na rodovia I-65 Indiana. Fonte: Lee et al. (2013).

Além da diferença de mecanismo de origem, delaminação e panela ou buraco distinguem-se morfologicamente. A panela ou buraco apresenta cavidade de fundo irregular e profundidade variável, resultante da desagregação progressiva das camadas constituintes. A delaminação, quando visível, expõe a superfície da camada subjacente de forma relativamente plana, pois o material não foi desagregado, mas separado por cisalhamento na interface (Figura 2). O *Guide to the Visual Assessment of Pavements* (TMR, 2021), do Departamento de Transportes e Rodovias do estado de Queensland, Austrália, traduz essa distinção em critérios de avaliação de campo inteiramente distintos: delaminação (código SD) é avaliada pela espessura da camada removida, área e número de ocorrências; panela (código HO) é avaliada pela profundidade da cavidade, área e número de panelas. A própria definição do TMR evidencia a diferença: "*the upper wearing surface has been stripped or removed and exposing the lower layer*", sem implicar desagregação vertical progressiva do material.

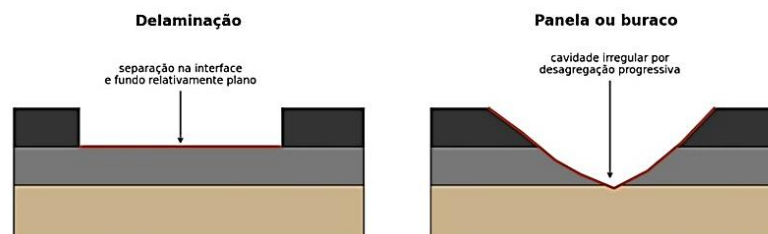


Figura 2 – Representação esquemática das diferenças morfológicas entre delaminação e panela. Fonte: Os autores.

2.2. Limitações da inspeção visual e métodos não destrutivos

O descolamento do revestimento pode estar presente antes do aparecimento de sinais superficiais de delaminação. Consequentemente, a ausência de manifestação visível não exclui a existência de descontinuidade entre camadas, e a dimensão da área visível não fornece medida confiável da área subsuperficial afetada (Cho et al., 2017).

O programa SHRP2 (*Transportation Research Board*, 2014) abordou essa limitação ao desenvolver e avaliar tecnologias não destrutivas para detectar descontinuidades em pavimentos asfálticos. Entre as técnicas discutidas na literatura estão o *Ground Penetrating Radar* (GPR), sistemas de *Impact Echo* (IE) e análise sísmica de ondas superficiais (SASW). O GPR detecta vazios e descontinuidades entre camadas por meio de reflexões de ondas eletromagnéticas; o *Impact Echo* e o SASW identificam variações de rigidez por meio de ondas mecânicas (Hoegh et al., 2012; He et al., 2023; AASHTO; FHWA, 2018). Essas tecnologias procuram investigar variações internas sem depender exclusivamente da manifestação visual (Figuras 3 e 4).



Figura 3 – Sistema GPR Radar 3D para detecção de delaminação. Fonte: AASHTO e FHWA (2018).



Figura 4 – Dispositivo de tomografia ultrassônica (MIRA). Fonte: Hoegh et al. (2012).

2.3. Alternativas de manutenção e limites da decisão por imagem

A literatura apresenta diferentes alternativas de manutenção e reabilitação para pavimentos com problemas de aderência e delaminação, incluindo reparos localizados, fresagem, recomposição e reciclagem, dependendo da extensão do dano e da condição estrutural das camadas (McDaniel et al., 2014; Cheng, Hicks e Smith, 2022).

Entretanto, a seleção da intervenção não pode ser feita de forma confiável apenas a partir de uma análise do problema visível. Cho et al. (2017) demonstraram que casos visualmente detectáveis indicam comprometimento estrutural em área maior do que a detectada na superfície do pavimento. Swarna e Hossain (2018) documentaram que manifestações de aparência superficial semelhante podem corresponder a condições estruturais distintas dependendo da espessura das camadas, da rigidez do material e do histórico de carregamento, evidência direta de que uma imagem da superfície pode não conter informação suficiente para determinar a condição estrutural do pavimento e a intervenção mais adequada. A definição da manutenção requer diagnóstico complementar, considerando extensão da descontinuidade, condição das interfaces, espessuras, materiais, presença de umidade, outros defeitos e estado das camadas subjacentes.

2.4. Reconhecimento internacional e lacuna nas normativas brasileiras

A delaminação é reconhecida como defeito independente em guias técnicos de avaliação visual de pavimentos em diversas jurisdições. O *Guide to the Visual Assessment of Pavements* (TMR, 2021), publicado pelo Departamento de Transportes e Rodovias do Estado de Queensland, Austrália, inclui a delaminação com o código SD entre os defeitos e em seção distinta da panela (código HO) e com critérios de avaliação e causas próprias. O *Catalogue of Road Defects* (CORD) do *Highways Department de Hong Kong* (2013) igualmente cataloga a delaminação como defeito independente, separada dos buracos. O manual sul-africano TMH 9 também relaciona a delaminação a falhas superficiais em pavimentos betuminosos (South

Africa, 2016). Em todos esses documentos, a delaminação é descrita como manifestação com mecanismo, critérios de avaliação e implicações estruturais distintos dos aplicados às panelas e buracos.

No Brasil, a norma DNIT 005/2003-TER não inclui a delaminação entre os defeitos catalogados. Como apontado anteriormente, a única menção indireta à falha interfacial aparece na própria definição de panela ou buraco, que admite como causa possível a falta de aderência entre camadas superpostas. Essa absorção dentro de uma categoria de defeito distinto compromete a identificação sistemática do fenômeno em campo e, por consequência, a adoção de medidas preventivas específicas, entre as quais o controle de qualidade da pintura de ligação é a mais relevante, além da possibilidade de comprometer tomadas de decisão assertivas quanto às atividades de manutenção e restauração do pavimento (Guimarães, 2013; Kim et al., 2021).

A norma DNIT 005/2003-TER serve de referência normativa para todo o sistema brasileiro de avaliação visual de pavimentos. Departamentos estaduais de estradas e concessionárias de rodovias federais naturalmente adotam essa base como fundamento de seus próprios instrumentos técnicos, o que é esperado e tecnicamente coerente com o papel que a norma exerce no sistema de gestão de pavimentos do país. O DER/SP, em sua Instrução de Projeto IP-DE-P00/003-B (2024) e a GOINFRA, por exemplo, referenciam a DNIT 005/2003-TER em seus procedimentos de levantamento visual, seguindo a terminologia estabelecida pela norma federal. Essa coerência normativa vertical evidencia que a incorporação da delaminação como defeito independente precisaria ocorrer, primariamente, na própria norma DNIT, o que, naturalmente, se refletiria nos instrumentos estaduais e contratuais subsequentes.

No plano internacional, além dos guias de avaliação visual, o programa estratégico SHRP2 dos Estados Unidos dedicou uma linha de pesquisa inteiramente voltada à detecção de delaminação em pavimentos de concreto asfáltico (projeto R06D), desenvolvendo e validando tecnologias não destrutivas para esse fim (*Transportation Research Board*, 2014). Como resultado, vários estados, incluindo Califórnia, Flórida, Minnesota, Novo México e Texas, utilizam equipamentos GPR e outras técnicas não destrutivas para detecção e monitoramento da delaminação, por meio do programa de implementação conjunto FHWA/AASHTO. Na África do Sul, o TMH 9 (*Standard Visual Assessment Manual for Road Pavements*, 2016) menciona a delaminação como causa específica de falhas em pavimentos, distinguindo-a das panelas ou buracos. A motivação comum a todas essas iniciativas é técnica: a delaminação tem mecanismo, morfologia e medidas preventivas distintas das panelas, o que justifica seu rastreamento como fenômeno autônomo nos sistemas de gerência de pavimentos.

A inclusão da delaminação como categoria independente em futuros manuais brasileiros de avaliação de pavimentos contribuiria para: (a) a identificação correta do defeito em campo, diferenciando-o de panelas originadas por outros mecanismos; (b) o direcionamento de medidas preventivas específicas, em especial o controle de qualidade da pintura de ligação; (c) a geração de dados padronizados sobre a incidência e a distribuição do defeito em redes rodoviárias; e (d) a harmonização com a prática técnica internacional, que já trata a delaminação como defeito autônomo há décadas. O presente artigo, ao introduzir a delaminação no LabPavi com critérios visuais explícitos e fundamentados, representa uma contribuição preliminar nessa direção e aponta para a necessidade de revisão da terminologia normativa brasileira.

3. Material e Métodos

A pesquisa foi estruturada como estudo aplicado e exploratório, composto por três etapas: revisão bibliográfica narrativa; levantamento e classificação manual de uma amostra de conveniência de imagens; e inclusão dos registros de delaminação no banco de dados do LabPavi.

3.1. Revisão bibliográfica

A revisão e o levantamento documental foram realizados entre março e setembro de 2024. Foram consultados Google Scholar e Scopus, além de repositórios e documentos técnicos de instituições e entidades relacionadas à pavimentação. Utilizaram-se combinações dos termos "*delamination pavement*", "*asphalt delamination*", "*pavement debonding*", "delaminação pavimento", "descolamento entre camadas asfálticas" e "aderência entre camadas asfálticas", em português e inglês. Foram priorizados trabalhos sobre caracterização, causas, manifestação superficial, comportamento interfacial e investigação não destrutiva.

3.2. Levantamento e seleção das imagens

As buscas de imagens foram realizadas entre março e setembro de 2024 em mecanismos de busca, repositórios técnicos, publicações científicas, páginas institucionais e bases de acesso público. Cerca de 80 imagens foram examinadas. Como o levantamento original não registrou individualmente todas as exclusões, esse número representa uma estimativa do universo analisado.

Foram excluídas imagens com baixa resolução, miniaturas que impediam avaliação visual, imagens de outros defeitos sem evidência clara de delaminação, duplicidades e registros cuja procedência não pôde ser rastreada adequadamente. O conjunto final reuniu 24 registros e constitui uma amostra de conveniência.

As imagens foram mantidas sem recorte e sem procedimentos de melhoramento digital. A classificação foi realizada a partir da aparência apresentada nas fontes originais, preservando-se as limitações de resolução, perspectiva e iluminação de cada registro. A procedência de cada imagem, com indicação da fonte e da classe visual atribuída, consta no Apêndice A.

3.3. Critérios de classificação visual

As 24 imagens foram organizadas em duas classes, definidas pela distribuição espacial da manifestação superficial observável, como mostra a Tabela 1. As classes representam características visuais da superfície. Elas não correspondem a graus de severidade do defeito e não permitem inferir profundidade, área subsuperficial descolada ou comprometimento de camadas inferiores.

Classe	Denominação	Critério operacional
1	Manifestação localizada	Uma única área de perda ou destacamento superficial, predominantemente localizada.
2	Manifestação extensa ou múltipla	Uma única área visualmente extensa/irregular ou duas ou mais áreas distintas de perda/destacamento na mesma imagem.

Tabela 1 – Classes visuais para manifestações de delaminação. Fonte: Os autores.

A opção por duas classes decorre de duas razões complementares. Primeira, razão epistemológica: imagens obtidas de fontes externas, sem escala ou informações construtivas, não permitem discriminar mais do que dois estados visuais de forma reproduzível, qualquer subdivisão adicional dependeria de limiares métricos não observáveis pela imagem. Segunda, razão operacional: classificações binárias apresentam maior concordância entre avaliadores

independentes do que escalas ordinais mais longas, o que é especialmente relevante em contextos de inspeção visual sem instrumentação (McDaniel et al., 2014). O critério adotado, distribuição espacial da manifestação, é o único parâmetro diretamente observável na imagem sem depender de inferências sobre profundidade ou condição estrutural.

3.4. Avaliadores e procedimento de classificação

A classificação foi realizada por dois graduandos em Engenharia Civil com formação na disciplina de Pavimentação. Os avaliadores examinaram as imagens de forma independente e compararam os resultados. A concordância inicial foi de 87,5% (21 de 24 imagens). As três divergências foram discutidas até a obtenção de consenso, com participação do professor orientador.

3.5. Inclusão da delaminação no LabPavi

As 24 imagens foram cadastradas manualmente no banco de dados do LabPavi como exemplos de delaminação. Para este defeito, o LabPavi foi utilizado como ferramenta de apoio à identificação visual de uma manifestação que ocorre na superfície do pavimento. A inclusão não implementou diagnóstico automático da condição subsuperficial e não associa as Classes 1 e 2 a atividades de manutenção.

Dessa forma, o fluxo proposto para o uso das imagens é: reconhecimento de manifestação superficial compatível com delaminação → classificação visual como localizada (Classe 1) ou extensa/múltipla (Classe 2) → indicação de que a condição subsuperficial não pode ser determinada pela imagem. Quando necessário para fins de engenharia, a etapa seguinte deve ser uma investigação complementar apropriada, externa ao escopo da classificação visual do LabPavi.

4. Resultados e Discussão

4.1. Classificação das 24 imagens

A aplicação dos critérios resultou em distribuição equilibrada: 12 imagens foram classificadas como Classe visual 1 e 12 como Classe visual 2. Esses percentuais descrevem exclusivamente a composição da amostra de conveniência utilizada no trabalho e não representam frequência, prevalência ou distribuição da delaminação em redes rodoviárias.

Classe visual	Imagens	Quantidade	Percentual
Classe 1 – manifestação localizada	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15 e 24	12	50%
Classe 2 – manifestação extensa ou múltipla	7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23	12	50%
Total	—	24	100%

Tabela 2 – Distribuição das imagens por classe visual. Fonte: Os autores.

4.2. Interpretação das classes visuais

A Classe 1 reúne manifestações predominantemente localizadas (Figura 5). A existência de uma única área visível, mesmo quando claramente identificável como perda de revestimento, não permite concluir que o descolamento esteja restrito à área fotografada. Santos, Assis e Fernandes Júnior (2019) e Rocha et al. (2021) demonstraram que a perda de aderência entre camadas compromete o comportamento monolítico da estrutura em extensão que pode superar a da manifestação visível.



Figura 5 – Exemplo de manifestação Classe 1: área localizada de fundo plano. Fonte: PavementInteractive.org.

A Classe 2 reúne manifestações que, na imagem, apresentam maior desenvolvimento espacial ou multiplicidade de áreas (Figura 6). O enquadramento nessa classe também não significa, por si só, maior severidade do defeito. A classe apenas registra uma diferença visual na distribuição da manifestação superficial.



Figura 6 – Exemplo de manifestação Classe 2: múltiplas áreas afetadas. Fonte: lgam.wikidot.com/delamination.

A opção por duas classes reduz a subjetividade, sendo uma abordagem descritiva e compatível com a informação efetivamente disponível a partir de registros fotográficos externos.

4.3. Fluxo de classificação visual

O fluxo de classificação visual (Figura 7) foi formulado como guia de triagem. O processo parte do reconhecimento de manifestação superficial compatível com delaminação e conduz à atribuição de uma das duas classes, encerrando com a indicação de que a imagem não determina a condição subsuperficial.

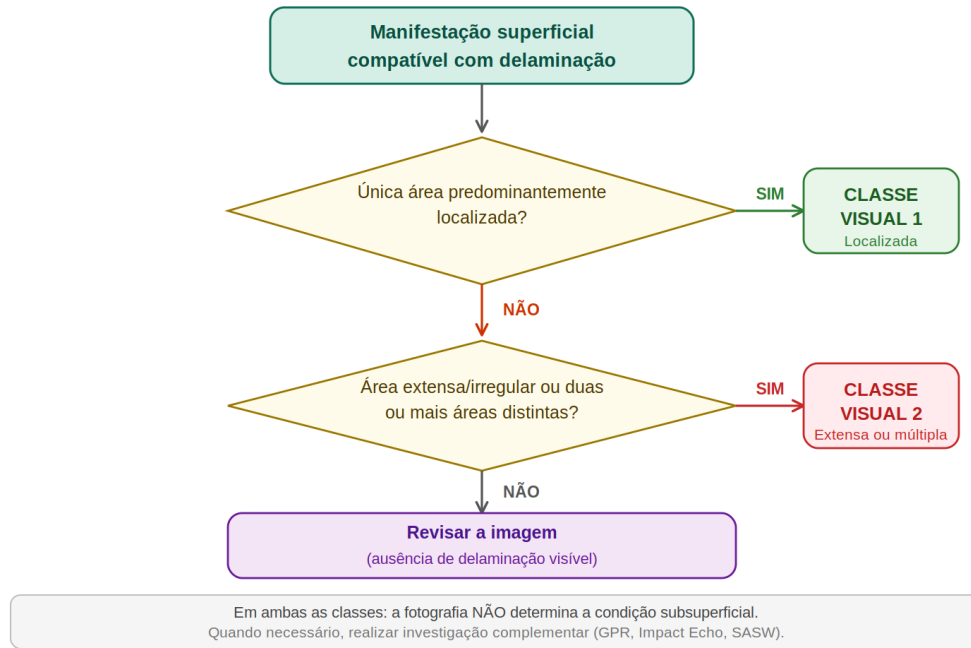


Figura 7 – Fluxo de classificação visual proposto para a delaminação. Fonte: Os autores.

A distinção entre as duas classes é operacional e exclusivamente descritiva. Não há correspondência automática entre Classe 1 ou Classe 2 e qualquer intervenção de manutenção. Quando a investigação da condição subsuperficial for necessária, outros métodos, incluindo os não destrutivos podem ser utilizados como complemento à inspeção visual (Hoegh et al., 2012; He et al., 2023).

A principal contribuição aplicada do estudo é a inclusão inicial da delaminação no acervo do LabPavi como defeito passível de reconhecimento visual. O sistema passa a dispor de exemplos de manifestações localizadas e extensas/múltiplas, sem que essa organização seja apresentada como diagnóstico da estrutura.

4.4. Limitações do estudo

A pesquisa utilizou uma amostra de conveniência com 24 imagens obtidas de fontes externas. Os registros apresentavam diferenças de resolução, iluminação, perspectiva e enquadramento, além de não conterem escala ou informações construtivas padronizadas.

Também não houve confirmação subsuperficial por ensaios não destrutivos ou abertura de poços de inspeção. Portanto, as classes descrevem somente manifestações superficiais compatíveis com delaminação e não constituem diagnóstico, escala de severidade ou estimativa da extensão interna do defeito.

5. Conclusão

O estudo caracterizou a delaminação como falha associada à perda de aderência entre camadas asfálticas e propôs uma classificação visual preliminar para suas manifestações superficiais. As 24 imagens da amostra de conveniência foram distribuídas em duas classes: manifestação localizada e manifestação extensa ou múltipla. Essa divisão descreve somente a distribuição observável na imagem e não representa severidade, profundidade ou extensão subsuperficial.

A delaminação foi incluída no banco de dados do LabPavi como defeito independente, com finalidade didática e de apoio ao reconhecimento visual. A contribuição do trabalho consiste também em chamar a atenção para a ausência de uma categoria específica para o

defeito na DNIT 005/2003-TER e nos demais instrumentos brasileiros de avaliação de pavimentos. O tratamento separado pode favorecer registros mais precisos e evitar que manifestações compatíveis com delaminação sejam interpretadas automaticamente como outros defeitos superficiais.

A classificação proposta não substitui a investigação de campo. Quando a condição da interface for necessária para o diagnóstico ou para a definição de intervenções, a inspeção visual deve ser complementada por métodos adequados. Como continuidade, recomenda-se validar os critérios com especialistas em patologias de pavimentos, ampliar o banco com imagens de campo documentadas e relacionar as manifestações superficiais a resultados de investigação subsuperficial.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS; FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Advanced methods to identify asphalt pavement delamination (R06D): ground penetrating radar (GPR)**. Webinar, 28 jun. 2018. Disponível em: https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Renewal/R06D/Advanced_Methods_to_Identify_Pavement_Delamination. Acesso em: set. 2024.
- ASSAD, G. A. S.; SATO, L. Y. S. **Defeitos em pavimentos asfálticos urbanos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021.
- BALDISSERA, L. E. **Aperfeiçoamento de sistema computacional de registro de defeitos de pavimentos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (CALTRANS). Common flexible pavement distresses. Sacramento: Caltrans, [s.d.]. Disponível em: <https://www.dot.ca.gov/programs/maintenance/pavement/pavement-information-management-system/>. Acesso em: set. 2024.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (CALTRANS). Maintenance technical advisory guide (MTAG). Volume I: Flexible pavement preservation. 2. ed. Sacramento: Caltrans, 2008. Disponível em: <https://dot.ca.gov/programs/maintenance/pavement/maintenance-technical-advisory-guide>. Acesso em: set. 2024.
- CHENG, D.; HICKS, G.; SMITH, R. D. Manual for asphalt pavement repair and resurfacing preparation. San José: Mineta Transportation Institute, jul. 2022. DOI: 10.31979/mti.2022.2103. Disponível em: <https://transweb.sjsu.edu/sites/default/files/2103-Cheng-Asphalt-Pavement-Preservation-Repair-Maintenance-Report.pdf>. Acesso em: set. 2024.
- CHO, S. et al. **A mechanistic approach to evaluate the potential of the debonding distress in asphalt pavements**. International Journal of Pavement Engineering, v. 18, n. 12, p. 1098–1110, 2017.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003-TER Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia**. Rio de Janeiro: DNIT, 2003a. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/>. Acesso em: set. 2024.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003-PRO Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**

Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2003b. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/>. Acesso em: set. 2024.

GOIÁS (Estado). Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA). IP-12 GOINFRA: projeto de restauração estrutural. Goiânia: GOINFRA, 2018. Rev. 01. Disponível em: https://www.goinfra.go.gov.br/arquivos/arquivos/Normas/PROJETOS/IP_12_GOINFRA_Projeto_de_Resta.pdf. Acesso em: set. 2024.

GUIMARÃES, P. A. **Estudo da aderência entre camadas asfálticas de pavimentos.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

HE, W. et al. **Delamination characterization in thin asphalt pavement structure using dispersive GPR data.** Construction and Building Materials, v. 402, art. 132834, 2023.

HIGHWAYS DEPARTMENT. Catalogue of road defects (CORD). RD/GN/015B. Hong Kong: Highways Department, 2013.

HOEGH, K. et al. Evaluation of ultrasonic technique for detecting delamination in asphalt pavements. Transportation Research Record, v. 2306, n. 1, p. 105–110, 2012.

KIM, Y. R. et al. Development of a tack coat quality control program for mitigating delamination in asphalt pavement layers. Raleigh: North Carolina Department of Transportation, 2021. (NCDOT Project 2018-13; FHWA/NC/208-13).

LEE, J. et al. Investigation of delamination on I-65 in Indiana. Journal of Testing and Evaluation, v. 41, n. 5, p. 745–753, 2013.

LGAM KNOWLEDGE BASE. Delamination. Disponível em: <http://lgam.wikidot.com/delamination>. Acesso em: set. 2024.

MCDANIEL, R. S. et al. Pavement patching practices. Washington, DC: Transportation Research Board, 2014. NCHRP Synthesis 463.

NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (NCDOT). Pavement condition photographs. Raleigh: NCDOT, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ncdot.gov>. Acesso em: set. 2024.

PAVEMENT INTERACTIVE. Delamination. [s.l.]: Pavement Interactive, 2024. Disponível em: <https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-distresses/>. Acesso em: set. 2024.

QUEENSLAND DEPARTMENT OF TRANSPORT AND MAIN ROADS. Guide to the visual assessment of pavements. Version 3.0. Brisbane: TMR, 2021. Disponível em: <https://www.tmr.qld.gov.au/>. Acesso em: set. 2024.

ROCHA, M. L. et al. Influência da condição de aderência entre camadas no dimensionamento de reforço de pavimentos asfálticos. Transportes, v. 29, n. 2, 2021. DOI: 10.14295/transportes.v29i2.2419.

SANTOS, A. G.; ASSIS, R. K. M.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. Efeito da aderência entre camadas na previsão de desempenho de pavimentos asfálticos. Transportes, v. 27, n. 2, p. 89–101, 2019. DOI: 10.14295/transportes.v27i2.1597.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Estradas de Rodagem (DER/SP). IP-DE-P00/003-B: avaliação funcional e estrutural de pavimento. São Paulo: DER/SP, mar. 2024. Disponível em: https://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/normas/IP-DE-P00-003_B.pdf. Acesso em: set. 2024.

SCHERER, R. G. et al. Ensaio de cisalhamento de interface com vistas a camadas de pavimentos. *Transportes*, v. 28, n. 4, p. 21–35, 2020. DOI: 10.14295/transportes.v28i4.1878.

SOUTH AFRICA. Committee of Transport Officials. TMH 9 Standard visual assessment manual for road pavements Part B Flexible pavements. Pretoria: COTO, 2016.

SWARNA, S. T.; HOSSAIN, K. Effect of interface bonds on pavement performance. In: TAC CONFERENCE, 2018, Saskatoon. Proceedings of the 2018 Annual Conference of the Transportation Association of Canada. Ottawa: Transportation Association of Canada, 2018.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **SHRP2 Report S2-R06D-RW-1 Non-destructive testing to identify delamination in HMA bridge decks and overlays.** Washington, DC: Transportation Research Board, 2014.

APÊNDICE A – PROCEDÊNCIA E CLASSIFICAÇÃO DAS 24 IMAGENS

Nº	Fonte	Classe
1	PavementInteractive.org	1
2	lightwater.wordpress.com	1
3	Wokingham.Today	1
4	Jornal Repercussão	1
5	Caltrans — Common Flexible Pavement Distresses	1
6	PavementInteractive.org	1
7	Scribd — Chapter 10 Road Maintenance	2
8	Blog: Desde Sanabria (Espanha)	2
9	Swarna e Hossain (2018)	2
10	Swarna e Hossain (2018)	2
11	NCDOT — North Carolina Dept. of Transportation	1
12	Jornal Ponto — MG-050	1
13	Grupo A Hora — Rodovia Aleixo Rocha	1
14	LGAM Knowledge Base — CC BY-SA 3.0	1
15	LGAM Knowledge Base — CC BY-SA 3.0	1
16	LGAM Knowledge Base — CC BY-SA 3.0	2
17	Lee et al. (2013)	2
18	Lee et al. (2013)	2
19	handasa.xyz — Common distresses in asphalt pavements	2
20	LGAM/Austroroads — CC BY-SA 3.0	2
21	LGAM/Austroroads — CC BY-SA 3.0	2
22	LGAM/Austroroads — CC BY-SA 3.0	2
23	Caltrans — Common Flexible Pavement Distresses	2
24	Caltrans — MTAG Volume I: Flexible Pavement Preservation	1

Tabela A1 – Procedência e a classe visual atribuída às 24 imagens analisadas. Fonte: Os autores.