



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 05, pp. 56107-56111, May, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.24532.05.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL DA RODOVIA TO-373 ENTRE ALVORADA-TO E ARAGUAÇU-TO, DO RIO RIBEIRÃO BUENOS AIRES AO RIO PAU SECO

Alan Cruz e Castro¹, Diego Tavares Preto Zuffo² and Luara de Carvalho Silva Gama³

^{1,2}Acadêmico do curso de Engenharia Civil, da Universidade de Gurupi-TO UNIRG

³Engenheira Civil, Especialista em Segurança do Trabalho; Ambiental; Orçamento, Planejamento e Controle de Obras

ARTICLE INFO

Article History:

Received 10th February, 2022

Received in revised form

19th March, 2022

Accepted 17th April, 2022

Published online 27th May, 2022

Key Words:

Pavimento,
Patologias, Revestimento, Rodovias.

*Corresponding author:

Alan Cruz e Castro

ABSTRACT

As rodovias dispõem de um importante papel no cenário econômico brasileiro pois são por elas que são escoadas as riquezas produzidas pelo país, sendo ainda um dos principais meios de locomoção. Este estudo teve como objetivo a coleta de informações acerca das condições de pavimentação no trecho entre o Rio Ribeirão Buenos Aires e Rio Pau Seco da Rodovia TO-373, entre Alvorada-TO e Araguaçu-TO, pois trata-se de um importante via, que movimenta transporte de cargas, passageiros e viajantes, além de contribuir com o agronegócio da região, que encontra-se em crescimento nas áreas da agricultura e pecuária e escoamento de produtos vindos do Mato Grosso para a região Norte. Desta forma, o aparecimento de patologias nos pavimentos das rodovias, ocasionadas por anomalias decorrentes do tráfego de veículos e por efeitos do intemperismo, torna sua estrutura e revestimento mais frágeis. Pode ser identificado, durante a análise problemas como buracos, trincas, dentre outras patologias, causadas por má execução, além da conservação e falta de manutenção periódica adequada.

Copyright © 2022, Alan Cruz e Castro et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Alan Cruz e Castro, Diego Tavares Preto Zuffo and Luara de Carvalho Silva Gama. "Diagnóstico de patologias no pavimento flexível da rodovia to-373 entre Alvorada-To e Araguaçu-To, do Rio Ribeirão Buenos Aires ao Rio Pau Seco.", *International Journal of Development Research*, 12, (05), 56107-56111.

INTRODUCTION

A necessidade de ligar locais diferentes sempre existiu, porém, as primeiras rodovias pavimentadas no Brasil surgiram apenas em 1920, com o auxílio do financiamento de outros países. Em 1937, foi criado o Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), órgão responsável por cuidar das estradas brasileiras. Somente em 1956, com a instituição do Plano de Metas no mandato presidencial de Juscelino Kubistchek, com o destaque ao sistema rodoviário de 1956, o país direcionou de forma significativa seus investimentos ao setor rodoviário, e, conseqüentemente, houve uma crescente evolução desse sistema. (FILHO *et al.*, 2020). Segundo a pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2021, o sistema rodoviário é responsável por grande parte do escoamento da produção nacional, simbolizando 61,1% do deslocamento de cargas e passageiros no território. Da toda extensão das rodovias apenas 41% se encontram em ótimo ou bom estado e aproximadamente 59% estão em condição regular, ruim ou péssima. O pavimento tem sua estrutura formada por diversas camadas finitas feitas acima da terraplanagem, com objetivo de resistir as tensões provocadas pelo tráfego de

veículos e fatores climáticos. (SILVA, 2018). Faleiros (2005), garante que um dos principais objetivos da pavimentação das vias, é criar uma superfície regular e aderente, para possibilitar o tráfego seguro, confortável e reduzindo assim os custos operacionais para os usuários, visto que os custos de operação e manutenção dos veículos estão associados às condições da superfície dos pavimentos. De acordo com Silva (2008), o revestimento asfáltico pode ser subdividido em pavimento flexível, pavimento semi-rígido e rígidos. Segundo Adures (2019), com o passar do tempo e de acordo com a execução e utilização do pavimento, nestes pode ocorrer a aparição de patologias como fendas, escorregamentos, exsudações, desgastes ou degradação, panela ou buraco, afundamento, ondulação ou corrugações e remendos. É de extrema importância o diagnóstico das patologias encontradas no pavimento a fim de facilitar o processo de recuperação dessas estruturas. A presença de patologias reduz a vida útil do pavimento e exige que sejam executadas manutenções com maior frequência, assim como a determinação da técnica de recuperação mais adequada de acordo com o tipo de patologia encontrada (QUIRINO, 2013). Segundo Carvalho (2017), o Tocantins apresenta um sistema rodoviário com cerca de 13.000 km, destas, apenas 6.000 km são de rodovias pavimentadas e mais de 50% das

rodovias do estado não possuem pavimentação. Além disso, há a presença de diversas patologias, prejudicando o desenvolvimento econômico e social. Conforme a pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2021, em relação à extensão total das rodovias no estado do Tocantins apenas 27,6% apresentam estado ótimo ou bom e 72,4% estão em condição regular, ruim ou péssima. Desta maneira, o objetivo desse estudo é o diagnóstico e a análise da ocorrência de patologias em um trecho do pavimento flexível da Rodovia TO-373, entre Alvorada-TO e Araguaçu-TO, do Rio Ribeirão Buenos Aires e Rio Pau Seco, através de visitas in loco, relatório fotográfico e revisão bibliográfica, destacando as possíveis causas e alternativas viáveis de recuperação do pavimento.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesse estudo de caso, serão diagnosticadas as patologias encontradas no trecho entre o Rio Ribeirão Buenos Aires e Rio Pau Seco com um percurso de 11,3 quilômetros da Rodovia TO-373, de Alvorada-TO a Araguaçu-TO, através de análise visual e registro fotográficos tirados em campo. O levantamento de dados será realizado *in loco*, analisando a superfície do pavimento, visto que esta reflete a perda de qualidade do pavimento com a presença de imperfeições, e perda das funções às quais o pavimento precisa atender, tais como: segurança, conforto e fluidez.

Fundamentação Teórica: As rodovias têm um importante papel no cenário econômico e social brasileiro, pois além de serem utilizadas para a locomoção de pessoas, também são escoas as riquezas produzidas pelo país, sendo ainda um dos principais meios de locomoção de norte a sul do país (PINHEIRO, 2019). Algumas das principais funções do pavimento, é permitir que o tráfego seja seguro e satisfatório em todo seu período de vida. Segundo Baldo (2007), pavimentar uma via está diretamente relacionado com a melhora do tráfego, uma vez que uma superfície plana regular e aderente, ocasiona conforto e segurança para a quem a utiliza. Faleiros (2005) descreve que, a função técnica de um pavimento se resume a resistir e distribuir os esforços verticais dos pavimentos do tráfego e aperfeiçoar as condições do rolamento em relação a segurança e ao conforto. Para Baldo (2007), a pavimentação de uma via causa acréscimo funcional no tráfego rodoviário, pela colocação de um terreno regular e viscoso, possibilitando aos usufruidores confortos na locomoção e mais tranquilidade em pista molha e úmida. A pavimentação pode ser compreendida como uma estrutura composta por diferentes camadas de espessuras finitas sobre a terraplanagem de uma região, destinada praticamente a resistir e remanejar os esforços provenientes do tráfego, suportar as condições climáticas e propiciar comodidade, economia e segurança ao usuário. (ARAÚJO, 2016). Os pavimentos são compostos por camadas de diversas espessuras. A espessura de cada camada dependerá de fatores como os estudos de tráfego, geotécnicos e dos materiais a serem utilizados (SOLANKI E ZAMAN, 2017). De acordo com o DNIT (2005), os pavimentos rodoviários podem mostrar-se rígidos, semi-rígidos e flexíveis. Os flexíveis normalmente apresentam uma camada fina de revestimento asfáltico, embora a absorção dos esforços acontece de forma gradativa em meio a diversas camadas da pavimentação, sofrendo expressivas modificações elásticas.

Pavimentos Rígidos: O pavimento rígido segundo Araújo (2016), compõem por uma camada de revestimento mais resistente do que as demais, ela recebe todas as tensões emitidas pelas forças atuantes que passam por cima. O modelo de rigidez deriva da utilização de cimento na composição do concreto, que forma as placas, item principal nesse tipo de pavimentação. Esse pavimento tem sua estrutura mais delgada, apresenta grande resistência a ataques químicos (óleo, graxa e combustível), necessita de pequenas manutenções conservadoras fazendo com que o trânsito mantenha o fluxo.

Pavimentos Flexíveis: Os pavimentos flexíveis são compostos de múltiplas camadas, suas camadas superiores são construídas através de misturas betuminosas e as camadas inferiores de materiais

granulares. Esse tipo de revestimento são os mais utilizados em nosso país, apresenta espessuras largas para combater as grandes tensões aplicadas, protegendo a fundação, para que não ultrapasse a resistência do solo compactado (PINTO, 2003).

Patologias no Pavimento Flexível: Para Silva (2008), as patologias que acometem o pavimento flexível são: Deformações de superfície; Defeitos de superfície; Panelas; Escorregamento do revestimento betuminoso, Fendas e Remendos. Estes, são alguns dos defeitos que atingem tanto a superfície quanto as camadas inferiores, causando danos à estrutura do pavimento. Essas patologias estão relacionadas ao arranjo e o plano asfáltico, as quais serão debatidos mais a frente, demonstrando as terminologias e ordenações ligadas a norma brasileira, bem como também em outras bibliografias.

Fenda: As fendas podem ser denominadas como fissura e trincas de acordo com o DNIT (2010). Para ser denominada como fissura, a abertura no revestimento posicionada longitudinalmente ou transversalmente ao eixo da via com comprimento inferior de 1,50m. As trincas são fendas com abertura maiores que a da fissura visualmente podendo ser isolada curta quando seu comprimento for inferior a 100 cm e longa quando superior a 100 cm, e outro tipo de trinca é as interligadas, formada com a junção de varias trincas com direções variáveis (DNIT, 2010). Segundo Beskou et al. (2016), o surgimento das aberturas é a forma de deterioração mais frequente nos pavimentos flexíveis, devido as tensões de tração e retração das camadas, de forma repetitiva com a passagem de carga dos veículos. Para Silva (2008), os veículos não causam problemas estruturais, porém a redução do atrito pode provocar acidentes. De acordo com Pinto (2003), os outros fatores que contribuem para essas fissuras são: camadas granulares com ISC (Índice Suporte Califórnia) inferior ao recomendado; camada superficial com elevada rigidez e emprego de materiais de baixa qualidade. As trincas também podem ser descritas de acordo com DNIT (2010), como: Trincas transversais, quando sua direção é perpendicular ao eixo da via; as trincas longitudinais, predominante paralela ao eixo; Trincas de retração, compostas por retração térmica; Trincas “Couro de Jacaré”, não apresentam direções preferenciais; e por Trincas tipo “Bloco”, quando o conjunto de trincas estão formados por lados bem definidos.

Escorregamentos: Escorregamento corresponde ao deslocamento do revestimento no que se refere às camadas subjacentes causando o surgimento das fendas em meia lua. Uma das principais causas, é a falta de aderência à camada de base ou a baixa resistência da mistura asfáltica, comumente, acontece em locais de intersecções e frenagem, pois o veículo provoca o deslizamento ou a deformação do asfalto (PINHEIRO, 2019). Conforme Ribeiro (2017), o escorregamento do revestimento betuminoso, refere-se ao afastamento do revestimento com relação à camada inferior asfáltica, podendo ocorrer a formação das fendas no formato de meia-lua. A provável perda de aderência, entre as camadas do revestimento e a subjacente ou da baixa resistência na massa asfáltica, são os motivos para a formação desse tipo de patologia. Algumas prováveis causas da ocorrência dessa patologia são: ligações inadequadas entre o revestimento e a camada a qual se apoia (deficiências na imprimação ou pintura de ligação), compactação deficiente de misturas asfálticas ou da porção superior da camada base, limitação da inércia do revestimento asfáltico devido à pequena espessura, fluência plástica do revestimento na ocorrência do aumento de temperaturas (DNIT, 2005).

Exsudações: Exsudação do asfalto pode ser caracterizada pela subida do ligante betuminoso do revestimento para a superfície pavimentosa em virtude da dilatação térmica do asfalto, apresentando assim, dificuldades em ocupação do espaço devido ao baixo volume de vazios ou aos excessos de ligantes na composição do revestimento (PINTO, 2003). Bernucci et al. (2006), assegura que as exsudações ocorrem em sua superfície, devido a dilatação do asfalto no calor, a qual encontra dificuldades em ocupar espaços pelo baixo volume ou ao excesso de ligante, conforme a menor viscosidade do asfalto e consequentemente o envolvimento dos agregados graúdos e a redução da macro textura.

Desgastes ou Desagregações: Os desgastes apresentam depressões do revestimento as quais se formam na região onde há passagem das cargas, isto é, em trilhas de roda. Na sua fase inicial, a falha só pode ser perceptível após a chuva, pois os sulcos ficam preenchidos com água (DNIT, 2005). Conforme Pinheiro (2019), desgaste ou desagregação é o nome que se dá ao desprendimento de agregados da superfície ou perda de mastigue aos agregados. Na maior parte, as principais causas são: a aplicação de materiais impróprios, erros na execução ou má ligação entre os elementos betuminosos. Além disto, está diretamente relacionado com as ações do fluxo de tráfego e do intemperismo. Segundo Bernucci et al. (2006), em situações nas quais há um avançado estágio de desgaste da superfície, pode ocorrer uma extração gradativa dos agregados, consequência da ação do tráfego, conferindo uma rigidez superficial. As prováveis causas de sua ocorrência podem ser: a compactação insuficiente de uma ou mais camadas durante a execução; mistura da pavimentação inadequada (com baixa estabilidade), enfraquecimento de uma ou mais camadas devido à infiltração de água (DNIT, 2005).

Panelas ou Buracos: Os buracos ou panelas se caracterizam como rupturas estruturais localizadas, que estão mais enfraquecidas do que o seu entorno. Quando não há reparação rapidamente, é iniciada a decomposição dos trechos adjacentes, podendo comprometer ainda mais a qualidade do pavimento (DNIT, 2005). As panelas, também são conhecidas como buracos, cavidades que se desenvolvem no revestimento asfáltico. Elas são aumentos de trincas, afundamentos ou desgastes. Normalmente, aparecem em maior quantidade no período chuvoso, pois a desagregação ou amolecimento das camadas do pavimento podem ocorrer devido a compressão da água (PINHEIRO, 2019). As águas das chuvas podem causar o efeito "stripping": acarretando o acúmulo de águas nas trincas, formando uma área com grande potencial para o descolamento entre o material betuminoso e os agregados, deteriorando o revestimento e agravando o desenvolvimento de panelas (SILVA, 2008). Para Pinto (2003), as panelas ou covas surgem com a evolução de outras patologias, como fendas, desgastes, afundamentos e a falta de aderência entre as camadas, formando-se um buraco ou cavidade no revestimento, suscetível a passar para a base.

Remendos: São revestimentos nos quais o material original é removido e posteriormente substituído por outro similar ou diferente. Os remendos existentes são geralmente considerados falhas, já que refletem um mau comportamento na estrutura original, gerando normalmente incremento na irregularidade longitudinal (DNIT, 2005). Sendo, um procedimento comum na tentativa de recuperação do asfalto, na operação "tapa buraco", buscando melhorar o tráfego e diminuir a exposição de camadas inferiores. De acordo com Pinheiro (2019), estão relacionadas com a conservação da superfície, que consiste no preenchimento de panelas, ou qualquer outro buraco ou depreciação, com a massa asfáltica. Contudo, a maioria das vezes esses remendos são mal executados e ficam em desnível com o pavimento gerando desconforto para a utilização da via.

Ondulações ou Corrugações: Conhecida como costela de vaca, as ondulações ou corrugações se caracterizam por ondulações transversais ao eixo da rodovia que pode ocorrer na camada de degradação constituída por um revestimento superficial, devido à instabilidade da base da pavimentação procedente de má aplicação e quebra na força da massa asfáltica. Essa patologia está relacionada à sobrecarga do cisalhamento horizontal, um tipo de tensões aplicadas em sentidos opostos com intensidade diferente, que se compõem em áreas tensionadas ou de aceleração dos veículos, tensões geradas por forças (RIBEIRO, 2017).

Afundamentos: Segundo Pinheiro (2019), o afundamento plástico é ocasionado pela fluidez de uma ou mais camadas do revestimento ou das camadas subjacentes, normalmente são causadas por falhas na execução da obra. Já o afundamento de consolidação, pode ser causado por consolidação do diferencial de uma ou mais camadas de base do pavimento ou do subleito.

RESULTADOS

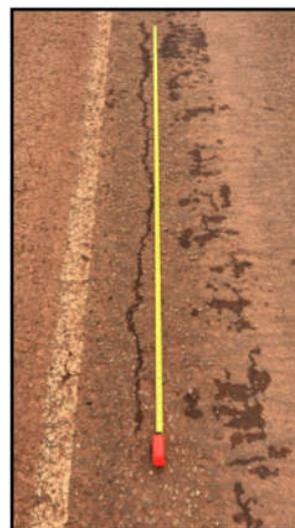
Com base na revisão bibliográfica apresentada, e na situação encontrada in loco, pode-se constatar algumas patologias e suas prováveis causas no trecho estudado, as quais serão apresentadas nas Figuras de 1 a 7. Buracos ou panelas foram encontrados em diversos pontos do trecho em análise com variáveis tipos e dimensões. A Figura 1, apresenta buracos encontrados na Rodovia TO-373. As causas prováveis dessa patologia, conforme observado em campo são: o grande volume de tráfego veículos de transporte de passageiros e de cargas, além do aumento da umidade no pavimento em virtude do período chuvoso.



Fonte: Autor (2022).

Figura 1. Patologia tipo Buraco/panela

A Figura 2, apresenta uma trinca longitudinal de forma isolada na lateral do pavimento, próximo ao acostamento. Como causa dessa patologia pode ser apontado o alto índice de passagem de veículos no mesmo local causando afundamento no revestimento e ruptura na superfície.



Fonte: Autor (2022).

Figura 2. Patologia tipo trinca isolada longitudinal

O grande fluxo de veículos pesados que trafegam pela a rodovia diariamente causa a patologia conhecida como rodeira ou trilha de rodas. Esta patologia acontece devido à carga por roda aplicada pelos pneus dos veículos que passam sobre o mesmo local gerando uma tensão no pavimento, e, posteriormente, um afundamento do revestimento, como mostra a Figura 3.



Fonte: Autor (2022).

Figura 3. Patologia do tipo rodeira ou trilhas de rodas

O desgaste apresentado na figura 4, é outra patologia decorrente de alto índice de tráfego que passa pela rodovia e pelos efeitos de intemperismo. É resultante da má ligação entre os componentes da mistura asfáltica. Além disso, pode vir a acumular água e ocasionar outras patologias.



Fonte: Autor (2022).

Figura 4. Patologia do tipo desgaste do pavimento.

A figura 5 apresenta outro modelo de trinca longitudinal denominada de "Trinca couro de jacaré". Pode-se notar que aparece no local onde passam as rodas dos veículos, provocando fadiga no revestimento. Este modelo de trinca é a união de várias trincas que se unem formando uma forma parecida como a de um couro de jacaré.



Fonte: Autor (2022).

Figura 5. Patologia de tipo trinca interligada "Trinca couro de jacaré"

A Figura 6 exibe um remendo ineficiente no pavimento. Devido à má execução do remendo e a infiltração de água pluvial, nota-se o surgimento de novas patologias, tais como: trincas longitudinais, buracos e afundamento do revestimento.



Fonte: Autor (2022).

Figura 6. Patologias de tipo painelas ou buracos e trincas sobre remendo

O trecho estudado na figura 7 apresenta patologia denominada de exsudação, que é formada através da dilatação do asfalto causada pelo aumento da temperatura, fazendo com que agregados do asfalto se expande preenchendo os vazios e redireciona o excesso de material betuminoso para a superfície, deixando-a mais brilhosa e escorregadia.



Fonte: Autor (2022).

Figura 7. Patologia do tipo exsudação.

CONCLUSÃO

O estudo realizado expôs patologias existentes nas rodovias brasileiras, essas decorrentes, muitas vezes, da falta de reparos corretivos adequados. Portanto, constatou-se que é necessária a realização de manutenções periódicas, para assim deixar o sistema rodoviário trafegável, seguro e confortável, reduzindo acidentes e proporcionando maior qualidade na mobilidade dos usuários. No trecho estudado da rodovia TO-373, foram encontradas diversas patologias apresentadas por fotografias. Tratam-se de patologias facilmente identificáveis, como os buracos, trincas longitudinais isoladas, trincas couro de jacaré, trilhas de roda, desgaste do pavimento e exsudação. Ademais, remendos realizados na rodovia foram definidos como patologias, pois eles causam desconforto para os usuários. É notável que a região do trecho estudado faz uso da rodovia para o escoamento de alimentos e passageiros vindo de outras localidades. Com isso fica sobrecarregado o sistema rodoviário, deixando favorável ao surgimento dessas patologias apresentadas, pois quanto mais cedo possível fazer os reparos, menor será o custo com a execução de manutenção.

REFERÊNCIAS

- ADURES, L. A. K. Estudo de caso de patologias em pavimento flexível em trecho da rodovia MS-162. 2019. Dourados, MS, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2352>. Acesso em: 20 de março de 2022.
- ARAÚJO, Marcelo Almeida; *et al.* Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. São Paulo, Ano 01, Edição 11, Vol. 10, pp. 187-196, novembro de 2016. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenhariacivil/me-todos-de-pavimentacao>. Acesso em: 21 de março de 2022.
- BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração. 1-Ed, São Paulo. Oficina de textos, 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/1192242/Pavimentação_Asfáltica_projrto_e_restauração. Acesso em: 13 de março de 2022.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 2006. 495p. 21 de março de 2022.
- BESKOU, N. D.; TSINOPOULOS, S. V.; HATZIGEORGIOU, G. D. Fatigue cracking failure criterion for flexible pavement under moving vehicles. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2016. v. 90, p. 476- 479. Acesso: 13 de março de 2022.
- CARVALHO, G. L. Estudo sobre as condições estruturais das rodovias para o transporte de cargas no Estado do Tocantins. 2017. Araguaína, TO, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/1827>. Acesso em: 21 de março de 2022.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. Condição das rodovias-Pesquisa CNT de Rodovias, Brasília, CNT, 2021. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/Rodoviario/1-3-1-2/Condição-das-rodovias---Pesquisa-CNT-de-Rodovias>. Acesso em: 23 de março de 2022.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Manual de Conservação Rodoviária. IPR – 710. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: . Acesso em 24 março 2022.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: . Acesso em 05 abril de 2022.
- FALEIROS, L. M. Estradas: pavimento. Franca/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jul/2005, 39p. Acesso em 19 de março de 2022.
- FILHO, A. H. Q. B.; PATRÍCIO, R. F.; LIMA, W. S. F.; CIPRIANO, L. F. Patologias Encontradas na Rodovia de Pavimento Flexível Br101 Sul Km 80 a 82 no Município De Joãoatão Dos Guararapes-Pe E Adjacências: Uma Análise Crítica. Revista ACTA SCIENTIA, Cabedelo-PB, V. 2 - Número 2, p.51-66, Julho-dez., 2020. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/actascientia/article/view/397>. Acesso em: 20 de março de 2022.
- PINHEIRO, Igor. As patologias mais comuns nas estradas. Setembro 2019. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas> Acesso em: 28 de março de 2022.
- PINTO, J. I. B. R. Caracterização superficial de pavimentos rodoviários. 2003. Dissertação (Mestrado em Vias de Comunicação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2003. Acesso em: 28 de março de 2022.
- QUIRINO, M. E. P. Recuperação De Pavimentos Flexíveis Em Áreas De Taxiamento De Aeronaves. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9GFJXR>. Acesso em: 22 de março de 2022.
- RIBEIRO, Thiago Pinheiro. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel>. Acesso em: 21 de março de 2022.
- SILVA, P. F. A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 2-Ed, São Paulo: Pini, 2008. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/348689964/SILVA-manual-de-patologia-e-manutencao-de-pavimentos-pdf>. Acesso em: 15 de março de 2022.
- SILVA, D. G. Estudo comparativo entre pavimento de concreto whitetopping e pavimento asfáltico. Maringá, PR, 2018. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/727>. Acesso em: 21 de março de 2022.
- SOLANKI, P.; ZAMAN, M. Design of semi-rigid type of flexible pavements. International Journal of Pavement Research and Technology, 2017. v. 10, p. 99-111. Acesso em: 23 de março de 2022.
