

ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL EM TRECHO DA RODOVIA MS-162

Luiz Antonio Kerber Adures¹; Rosane Ferreira Lima Brogiatto²;
euluizxx@outlook.com¹; rosane.flima@hotmail.com²;

RESUMO – Este trabalho consiste em uma análise de patologias identificadas em pavimento flexível, de um trecho de aproximadamente 6,5 km da rodovia estadual MS-162 em Dourados/MS. A vasta extensão territorial e o protagonismo do modal no transporte de cargas e passageiros remete à importância do sistema rodoviário à economia e desenvolvimento do país. Não obstante, uma limitada fração da malha rodoviária é pavimentada, e apesar disso, cerca de metade dela é classificada como razoável, ruim ou de péssima qualidade. Assim, serão recapitulados os conceitos de pavimentação, patologias e suas prováveis causas. Identificaram-se durante o levantamento em campo defeitos como trincas, panelas e afundamentos, que tem como principais causas a falta de manutenção adequada e falhas de projeto e de execução.

Palavras-chave: Patologias. Pavimentos flexíveis. Rodovias.

ABSTRACT – This study is an analysis of identified pathologies in flexible pavement of an approximately 6.5 km stretch of the MS-162 state highway in Dourados/MS. The vast territorial extension and the leading role of the modal in the cargo and passengers transportation remit the importance of the road system to the economy and development of the country. Nevertheless, a tiny fraction of the road network is paved, yet about half of it them classified as moderate, poor or very poor quality. Thus, will be reviewed the concepts of paving, pathologies and their probable causes. During the field surveys, were identified problems such as cracks, potholes and deformations. The main causes of damage are poor maintenance and design and execution failures.

Keywords: Pathologies. Flexible pavements. Highways.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo o anuário do transporte da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2018, o modal rodoviário é o principal meio de escoamento da produção nacional, representando 61,1% de toda a movimentação de cargas e passageiros do país. Dos 1.720.700,73 km de malha rodoviária, apenas 213.452,8 km (12,4%) são pavimentadas e, dos 105.814 km de extensão de rodovias pavimentadas pesquisadas e avaliadas, as condições de 52.911 km (50%) dos pavimentos foram classificadas como regulares, ruins e de péssimas qualidades.

Os principais objetivos da pavimentação de vias é criar uma superfície mais regular e aderente, afim de possibilitar o tráfego seguro, confortável e reduzir os custos operacionais para os usuários, visto que os custos de operação e manutenção dos veículos estão associados às condições de superfície dos pavimentos (FALEIROS, 2005).

Pode-se observar que os pavimentos flexíveis de revestimento betuminoso, este que mais se utiliza no Brasil, vêm sofrendo manifestações de patologias, tais como fissuras, trincas, buracos, ondulações, entre outros, comprometendo a funcionalidade das vias (CNT, 2017).

Com base no estudo de problemas encontrados *in loco*, buscou-se determinar as possíveis causas das patologias e suas consequências a partir da conjunta análise das imagens coletadas e de uma revisão bibliográfica através de métodos e normas que comandam as obras rodoviárias no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para FALEIROS (2005) e ARAÚJO (2016), a pavimentação rodoviária pode ser compreendida como uma estrutura constituída por diversas camadas de espessuras finitas sobre a terraplanagem de uma região, destinado tecnicamente a resistir e redistribuir os esforços provenientes do tráfego, suportar as condições climáticas e propiciar conforto, economia e segurança ao usuário.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos rodoviários podem ser rígidos, semirrígidos e flexíveis. Os pavimentos flexíveis são classificados por apresentarem uma fina camada de revestimento asfáltico, em que a absorção dos esforços dá-se de forma gradativa entre as diversas camadas da pavimentação, sofrendo significativas deformações elásticas.

O pavimento rígido possui maior durabilidade e resistência quanto às ações do tempo, sem precisar de manutenção, e com o tempo ele ganha resistência, enquanto o pavimento flexível é mais breve e frágil, sofrendo patologias como, por exemplo, a deformação por conta do óleo diesel (solvente para asfalto), frenagem e excesso de carga dos veículos e amolece sob o efeito do calor e chuva (ARAÚJO, 2016).

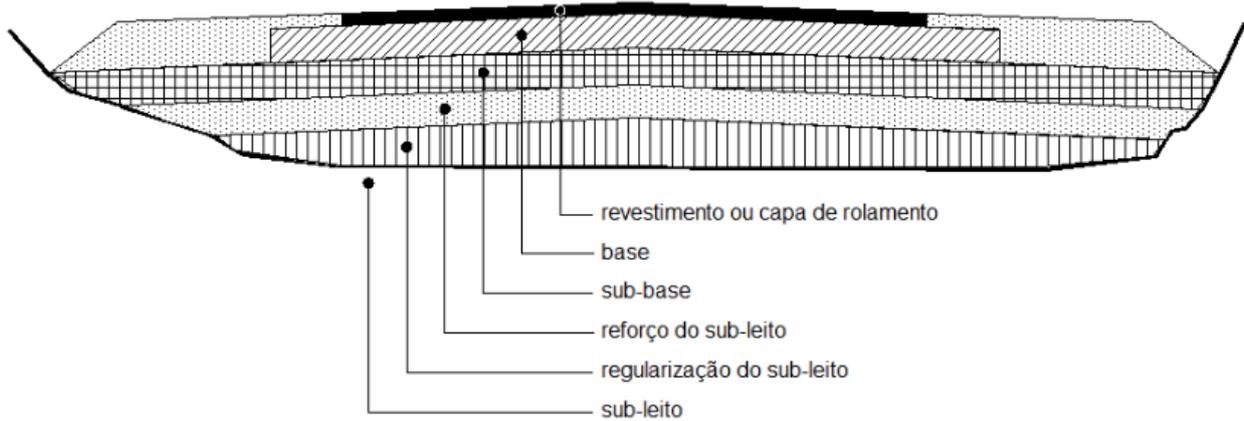
ARAÚJO (2016) afirma que pavimentos rígidos são mais resistentes que os flexíveis, porém possuem maior custo de implantação e tempo de execução, o que pode tornar inviável sua utilização. Devido a isso, o pavimento flexível é o mais utilizado atualmente no Brasil.

Devido à aplicação de altas cargas e do uso de materiais deformáveis, ou até de qualidade duvidosa, o pavimento flexível exige grandes espessuras, a fim de garantirem que a tensão atuante distribuída seja resistida pelo solo (PINTO, 2003).

2.1 Camadas do pavimento flexível

A Figura 1 apresenta um plano de seção transversal de um pavimento flexível, podendo ser visualizadas as seis camadas de sua composição, onde cinco são dimensionáveis, sendo elas: revestimento, base, sub-base, reforço e regularização do subleito e uma não dimensionável, o subleito (SILVA, 2008; FALEIROS, 2005).

Figura 1 – Camadas de um pavimento flexível



Fonte: FALEIROS (2005).

Subleito: Terreno natural consolidado e compactado, a fundação do pavimento (BALBO, 2016).

Regularização do subleito: Camada destinada a conformar a superfície do leito transversal e longitudinalmente (FALEIROS, 2005).

Reforço do subleito: Camada destinada a reduzir a espessura da sub-base por razões técnicas e/ou econômicas (DNIT, 2017).

Bases e Sub-Bases: Camadas destinadas a aliviar pressões sobre as camadas inferiores de solo e também podem ser responsáveis pela drenagem sub superficial dos pavimentos. Quando a camada da base é muito espessa, procura-se, por razões econômicas e construtivas, dividi-la em duas camadas, criando assim a sub-base, de menor custo e qualidade (BALBO, 2016).

Revestimento: A camada que recebe diretamente os esforços do tráfego, afim de melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança e resistir ao desgaste (FALEIROS, 2005).

2.2 Patologias do pavimento flexível

No Brasil, as patologias nos pavimentos rodoviários flexíveis e semirrígidos são definidas, classificadas e padronizadas pela norma DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia, que compreendem: fendas, escorregamentos, exsudações, desgastes ou desagregações, panelas ou buracos, afundamentos, ondulações ou corrugações e remendos.

2.2.1 Fendas

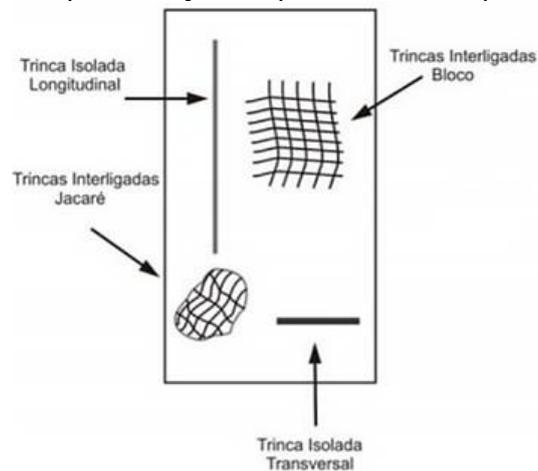
As fendas são uma forma de degradação muito frequente, definidas como qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, subdivididas em fissuras e trincas, onde se diferenciam na dimensão da abertura. São causadas principalmente pela fadiga dos materiais das camadas betuminosas, devido à flexão pelo repetimento da passagem dos veículos (RIBEIRO, 2017; DNIT, 2005).

As trincas são descritas pela norma DNIT 005/2003 como:

- Trincas transversais, quando sua direção predominante é perpendicular ao eixo da via;
- Trincas longitudinais, quando sua direção predominante é paralela ao eixo da via.
- Trincas de retração, quando formadas por fenômenos de retração térmica;
- Trincas tipo “Couro de Jacaré”, quando o conjunto de trincas não apresentam direções preferenciais; e
- Trincas tipo “Bloco”, quando o conjunto de trincas são formados por lados bem definidos.

As trincas podem ser visualizadas na Figura 2.

Figura 2 – Representação esquemática dos tipos de trincas.



Fonte: DNIT (2003).

2.2.2 Escorregamentos

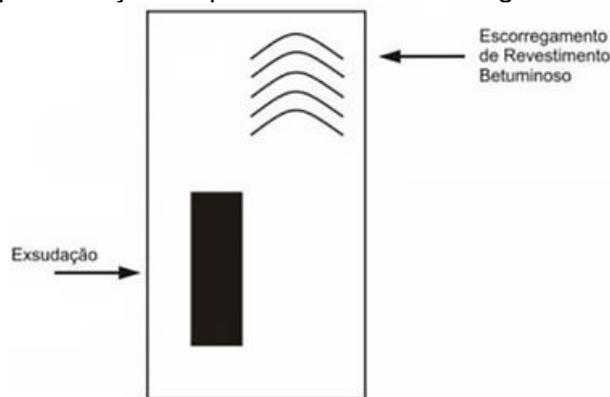
O escorregamento do revestimento betuminoso trata-se do deslocamento do revestimento em relação à camada inferior do pavimento, ocorrendo a formação de fendas em forma de meia-lua. A falta de aderência entre a camada de revestimento e a camada subjacente, ou a baixa resistência da massa asfáltica são os motivos para a formação das trincas no formato de meia-lua (RIBEIRO, 2017).

2.2.3 Exsudações

A exsudação do asfalto é caracterizada pela subida do ligante betuminoso do revestimento para a superfície do pavimento por conta da dilatação térmica do asfalto, onde apresenta dificuldade em ocupação do espaço devido ao baixo volume de vazios ou excesso de ligante na composição do revestimento (PINTO, 2003).

Os defeitos de escorregamento e exsudação podem ser visualizados na Figura 3.

Figura 3 – Representação esquemática dos escorregamentos e exsudação.



Fonte: DNIT (2003).

2.2.4 Desgastes ou desagregações

O desgaste superficial do pavimento, ou a desagregação, é caracterizado pelo arrancamento dos agregados do pavimento provocado pelo intemperismo e o tráfego. É resultante da deficiência na ligação entre os componentes das misturas betuminosas, sua má formulação, utilização de materiais não apropriados e/ou erros na construção (RIBEIRO, 2017).

2.2.5 Panelas ou buracos

As panelas ou buracos tratam-se de rupturas estruturais localizadas, que se formam no revestimento, podendo avançar para as próximas camadas. Sua causa se dá pela evolução de outros defeitos, como fendas, afundamentos, desgastes, desagregações da camada de desgaste e a falta de aderência entre as camadas (BALBO, 2016; DNIT, 2005).

A água da chuva causa o efeito “stripping”: o aprisionamento de água nas trincas, formando uma área com potencial para o descolamento entre o asfalto e o material pétreo, degradando o revestimento e agravando o desenvolvimento de panelas (SILVA, 2008).

2.2.6 Remendos

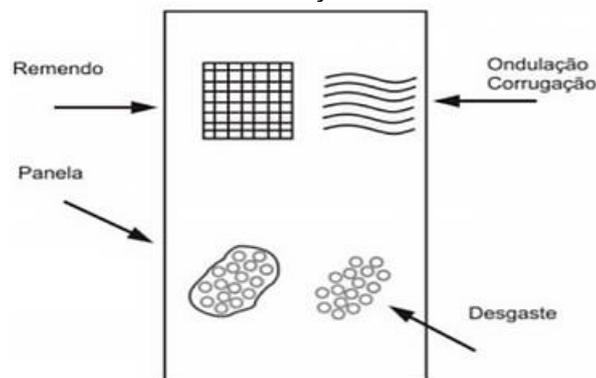
Os remendos são resultantes dos processos de preenchimento de panelas com camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”, e são compostos por remendos profundos e superficiais. Os remendos profundos diferenciam-se dos superficiais pela substituição do revestimento e, eventualmente, outras camadas do pavimento, enquanto os remendos superficiais apenas “corrigem” a superfície com aplicação de uma camada betuminosa (DNIT, 2005).

2.2.7 Ondulações ou corrugações

As ondulações ou corrugações caracterizam-se por ondulações transversais ao eixo da via que ocorrem na camada de desgaste constituída por revestimento superficial, devido à instabilidade da base da pavimentação proveniente de má execução e baixa resistência da massa asfáltica. Esta patologia está associada às tensões cisalhantes horizontais que se formam em áreas submetidas à aceleração dos veículos (RIBEIRO, 2017).

Os defeitos de desgastes, panelas, remendos e ondulações podem ser visualizados na Figura 4.

Figura 4 – Representação esquemática dos defeitos de desgastes, panelas, remendos e ondulações.



Fonte: DNIT (2003).

2.2.8 Afundamentos

Os afundamentos são deformações plásticas permanentes caracterizadas pela depressão da superfície do pavimento, provocadas pela ação repetida das cargas dos pneus. Os afundamentos podem ser do tipo plástico ou de consolidação:

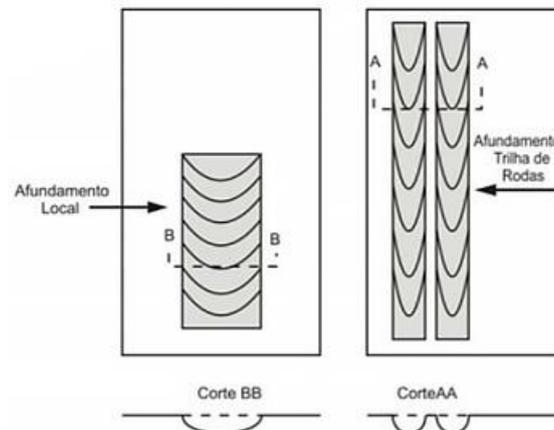
- Os afundamentos do tipo plástico ocorrem por causa das deformações plásticas das camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de elevação lateral. Com

extensões de até 6m, são denominados afundamentos plásticos local; quando superior, afundamentos plásticos de trilha de roda;

- Os afundamentos de consolidação apresentam consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem o acompanhamento de elevação lateral. Quando ocorrem em extensões de até 6m, são denominados afundamentos de consolidação local; quando superior, afundamentos de consolidação de trilha de roda (DNIT, 2005).

Os defeitos de afundamentos podem ser visualizados na Figura 5.

Figura 5 – Representação esquemática dos defeitos de afundamentos.



Fonte: DNIT (2003).

3 MATERIAIS E MÉTODO

Para este trabalho serão estudadas as patologias através de análise visual e levantamentos fotográficos realizados em campo. A observação das patologias causadas na pavimentação apresentada tem por finalidade apontar os defeitos e problemas encontrados em um trecho de 6,5 quilômetros da rodovia MS-162 devido ao considerável número de patologias, localizado na zona oeste da cidade de Dourados – MS, em destaque na cor amarelo na Figura 6.

O levantamento fotográfico foi realizado *in loco*, analisando a superfície do pavimento, pois é nela que mais aparenta a perda de qualidade, aparecimento de imperfeições, desencadeando a perda das principais funções, como conforto de rolamento e segurança ao usuário.

Figura 6 – Imagem de satélite do trecho estudado.



Fonte: Google Maps (2019), adaptado pelo autor.

4 RESULTADOS

Fundamentado na revisão bibliográfica das patologias, tornou-se possível a identificação de algumas patologias e suas possíveis causas, podendo ser visualizadas nas Figuras 7 a 13.

As panelas, ou buracos, como pode ser visualizado na Figura 7, foram encontradas de diversos tipos e dimensões, em grande quantidade, isoladas ou acompanhadas de outras patologias. Em consequência de ser frequente o tráfego de veículos de cargas pesadas na MS-162, como caminhões e ônibus, a provável causa deste defeito é o excesso de carga nos eixos dos veículos, visto que não há controle de peso e passageiros no percurso.

Figura 7 – Patologia de tipo panela, ou buraco, com diâmetro aproximado de 93 centímetros.



Fonte: Autor (2019).

A água da chuva, quando acumulada nas aberturas do revestimento, infiltra nas camadas subjacentes alterando as propriedades dos materiais utilizados, como por exemplo a compactação, que é crucial para a qualidade da pavimentação.

As panelas, ou buracos, podem ser oriundas da falta de manutenção da via, como é o caso da Figura 8, onde nota-se que a água das chuvas é aprisionada nas fendas das trincas tipo “Couro de Jacaré”, tornando visível o processo de desenvolvimento da patologia a uma panela.

Figura 8 – Patologias de tipo panela, ou buraco, com diâmetro aproximado de 40 centímetros acompanhada de trinca interligada tipo “Couro de Jacaré”.



Fonte: Autor (2019).

A Figura 9 exemplifica um processo de restauração insatisfatório, o que acarretou em problemas de trincas, panelas e afundamentos sobre ela. É provável que a água infiltrada na patologia anterior tenha deteriorado as camadas inferiores, visto que há afundamento de consolidação.

Figura 9 – Patologias de tipo panelas ou buracos sobre remendo, acompanhada de trinca interligada tipo “Bloco”, “Couro de Jacaré” e afundamentos de consolidação.



Fonte: Autor (2019).

As intervenções nas patologias devem ser realizadas com objetivo de solucionar o defeito. Para isso, devem ser analisados seus efeitos em todas as camadas do pavimento e propor um método de restauração satisfatório. A manutenção inadequada, quando busca-

se regularizar apenas a superfície do pavimento, apenas esconde temporariamente o defeito.

A Figura 10 exibe um caso de trinca interligada do tipo “Couro de Jacaré”, registrado com grande frequência no trecho em questão, principalmente no trilho de rodas dos veículos. A causa provável para esse tipo de defeito é o colapso do revestimento devido à repetição das ações do tráfego com cargas elevadas.

Figura 10 – Patologia de tipo trinca interligada “Couro de Jacaré”.



Fonte: Autor (2019).

Na Figura 11 é possível visualizar o processo de desenvolvimento de panelas a partir do desgaste da superfície de rolamento, onde os agregados são arrancados pelo tráfego ou processos de intemperismo. A deficiência na ligação entre os componentes betuminosos é a possível causa desta patologia.

Figura 11 – Patologia de tipo panela desenvolvida a partir do desgaste.



Fonte: Autor (2019).

As trincas longitudinais se apresentaram muito frequentes no trecho estudado. A Figura 12 exibe uma trinca longitudinal de comprimento superior a 20 metros, causada provavelmente pela contração/dilatação do revestimento, visto que se encontra exatamente no centro do pavimento.

Figura 12 – Patologia de tipo trinca isolada longitudinal, com parte de trinca interligada tipo “Couro de Jacaré”.



Fonte: Autor (2019).

Em alguns trechos da rodovia MS-162 foram detectados afundamentos do tipo plástico com elevação lateral, como pode ser observado na Figura 13, indicando um excesso de ligante na dosagem da mistura asfáltica e repetição de cargas elevadas.

Figura 13 – Patologia de tipo afundamento plástico de trilha de roda.



Fonte: Autor (2019).

4 CONCLUSÃO

O estudo apresentou patologias decorrentes da falta de manutenção e de reparos adequados, falhas de projeto e má execução. Desta forma, as rodovias brasileiras precisam ser elaboradas e implantadas de maneira mais responsável, sobretudo as manutenções, estas que são de extrema importância para manter a trafegabilidade, afim de evitar acidentes, facilitar o transporte e reduzir custos e gastos desnecessários.

Em respeito ao trecho estudado, foram apresentadas as patologias registradas na rodovia MS-162 através de relato fotográfico, descrição e classificação. O trecho apresentou diversas patologias facilmente identificadas. Observou-se que alguns defeitos são mais frequentes, tais como trincas longitudinais, trincas tipo “couro de jacaré”, e painelas ou buracos. Os remendos foram considerados como patologias pois causam ruídos e desconforto no rolamento.

É pontuável que apenas reparos nas camadas superficiais não são suficientes para a resolução de defeitos profundos, visto que muitas patologias se desenvolvem nas demais camadas que constituem o pavimento. Deve ser considerado também que o país atravessa um período de recursos escassos, dificultando as intervenções necessárias para que mantenha a qualidade e durabilidade da malha rodoviária.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha orientadora Rosane Lima, João Marcelo Hidalgo, Arthur Zimmer e minha namorada Gabriela Cabral pelos auxílios na elaboração desta pesquisa e outras pesquisas realizadas durante o período de curso.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

BALBO, T. JOSÉ. **Pavimentação Asfáltica**. 3ª ed. Oficina de Textos, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, CNT. **Anuário CNT do transporte 2018**. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Rodoviario/>. Acesso em 26 de junho de 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Transporte Rodoviário: Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília, CNT, 2017. Disponível em: http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudos%20CNT/estudo_pavimentos_ao_nao_duram.pdf. Acesso em 18 de agosto de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. Rio de Janeiro: IPR, 2003. 12 p. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/terminologia-ter/dnit005_2003_ter.pdf/@@@download/file/DNIT005_2003_TER.pdf. Acesso em: 26 de junho de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/noticias/novas-normas-em-consulta-publica/MinutaGlossrioTermosTcnicos_def.pdf. Acesso em 22 de agosto de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Conservação Rodoviária**. IPR – 710. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Conservacao%20Rodoviaria.pdf. Acesso em 26 de junho de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**, IPR/DNIT/ABNT, Publicação 720, Rio de Janeiro, Brasil, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CManual_de_Restauracao.pdf. Acesso em 24 de junho de 2019.

FALEIROS, L. M. **Estradas: pavimento**. Franca/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jul/2005, 39p

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. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11100/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em: 12 de agosto de 2019.

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: 26 de julho de 2019.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.