



## PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

### *PATHOLOGIES IN FLEXIBLE PAVEMENTS*

*Anna Beatriz Bencke Brandão<sup>1</sup>*  
*Gisely Maria dos Santos<sup>2</sup>*  
*Roberta Jerônimo Fernandes da Silva<sup>3</sup>*  
*Pedro Henrique de França Silva<sup>4</sup>*

### RESUMO

As rodovias hoje no Brasil representam o maior meio de locomoção no país. As más execuções dos pavimentos resultam no aumento do aparecimento de defeitos que causam insegurança e desconforto aos usuários. Com o intuito de mudar tal cenário se faz necessário o estudo mais aprofundado das principais patologias encontradas nos pavimentos. O presente artigo tem como objetivo principal fazer uma análise destas patologias mais recorrentes em pavimentos flexíveis. Como metodologia foi utilizada a pesquisa de revisão bibliográfica, de caráter exploratório e descritivo com abordagem qualitativa. Patologias como exsudação, desgaste e escorregamento tem a principal causa de ocorrência problemas com a massa ligante, a exsudação ocorre devido a altas temperaturas, já o desgaste surge por ações de intempéries e o escorregamento vem por falhas construtivas e pinturas de ligação. As fendas e fissuras decorrem do excesso de cargas atuantes sobre a superfície do asfalto. Panelas e Buracos são patologias decorrentes dessas patologias citadas anteriormente, onde ocorrem rupturas estruturais que avançam camada por camada. Apesar da geografia propicia para o surgimento de patologias, um aumento do controle da qualidade na execução dos pavimentos, bem como manutenções preventivas e corretivas são capazes de manter os pavimentos asfálticos em condições de segurança adequada para os usuários utilizarem.

**Palavras-Chave:** Patologias. Pavimentos. Rodovias.

<sup>1</sup> Graduanda de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: annabea.brandao@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduanda de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: msantos.giselly@gmail.com

<sup>3</sup> Graduanda de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: contatorobertafernandes@gmail.com

<sup>4</sup> Professor Orientador de TCC da Área Específica do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Estácio João Pessoa. E-mail: pedro.franca@live.estacio.br

## ABSTRACT

Today, highways in Brazil represent the main way of locomotion in the country. The bad executions of the pavements results in the increased of defects that cause insecurity and discomfort to travelers. In order to change this scenario, it is necessary to study further the main pathologies found in the pavements. The main goal of this article is to make an analysis of these more recurrent pathologies in flexible pavements. As methodology, the research of bibliographic review, exploratory and descriptive with qualitative approach was used. Pathologies such as exudation, wear and slipping have the main cause of occurrence problems with the bonding mass, exudation occurs due to high temperatures, since wear arises by weather actions and slippage comes by constructive failures and bonding paints. The slits and cracks result from the excess of loads on the surface of the asphalt. "Pans" and Holes are pathologies arising from these pathologies mentioned previously, where structural ruptures that advance layer by layer occur. Despite the geography provides for the emergence of pathologies, an increase in quality control in the execution of pavements, as well as preventive and corrective maintenance are able to keep asphalt pavements in adequate safety conditions for users to use.

**Keywords:** Pathologies. Pavements. Highways.

## INTRODUÇÃO

Bernucci (2006) classifica o pavimento como uma estrutura de diversas camadas que são constituídas após a terraplanagem e sua principal função é resistir aos esforços que surgem do tráfego e os efeitos oriundos das intempéries, devendo assegurar o conforto, segurança e economia de seus usuários.

Ao decorrer do tempo às estradas começam a apresentar degradação do pavimento e defeitos, tais processos acabam sendo acelerado devido a projetos insatisfatórios de terraplanagem e pavimentação, além do uso de materiais de má qualidade e da falta da elaboração de um sistema de drenagem adequado, o mesmo é crucial durante mudanças de tempo naturais e ainda pode-se citar a falta de manutenção adequada.

De acordo com pesquisas realizadas pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2016), mostram que as rodovias federais no Brasil, cresceram somente cerca de 10% ao decorrer de 10 anos e também relata que existe uma grande parcela dos trechos pavimentados que não estão em estado adequado de

conservação. Com a análise realizada pela CNT, em 103.259 km, 58,2% apresentam danos e 48,3% receberam classificação como regular ruim ou péssimo.

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo das principais patologias encontradas em pavimentos flexíveis. Como objetivos específicos, caracterizar as principais e mais relevantes patologias encontradas em pavimentos flexíveis, apresentar as causas de dessas patologias e discorrer acerca do processo de reparo e recuperação dos pavimentos acometidos por essas patologias.

Os pavimentos podem ser divididos como rígidos ou flexíveis, neste artigo será apresentado o pavimento flexível sendo ele composto por diversas camadas que sofrem deformação elástica significativa. Analisar suas características patológicas, compreender os fatores que acarretam as origens dos defeitos mais comuns nas pistas de rolamento, aperfeiçoamento do conhecimento técnico no sentido de identificar, corrigir e manter uma via trafegável, possibilitando o funcionamento adequado.

No Brasil as rodovias são de suma importância para a economia brasileira, pois representam o modo de transporte mais usual no país, tanto para cargas quanto para o tráfego de modo geral. Com as estradas em um bom estado de conservação as eficiências nestes transportes aumentam e isso acarreta uma série de benefícios, tais como: Rapidez no percurso, com pistas em bom estado não será necessário redução drástica da velocidade permitida no trecho, resultando em mais rapidez no trajeto, segurança, sem danos nas pistas os riscos de acidentes diminuem, conforto, a viagem se torna mais confortável tendo em vista que o trajeto pode ser feito sem “surpresas”, e economia, visando que com pistas conservadas os danos causados aos veículos serão menores.

À medida que o pavimento vai sendo solicitado é comum que estas estruturas apresentem defeitos, próximo ao fim de sua vida útil. Esses defeitos ou patologias estão, geralmente, associados aos materiais empregados e ao comportamento mecânico que é particular de cada estrutura (MARQUES, 2014). É de suma importância que o engenheiro conheça a dinâmica dos esforços envolvidos no pavimento e conheça as suas influências na manifestação de patologias para saber quais procedimentos e tecnologias devem ser aplicadas nas etapas de manutenção.

Realizar um estudo adequado nas patologias existentes em pavimentos é benéfico para prolongar a vida útil das rodovias tão usuais no dia a dia dos brasileiros.

## **METODOLOGIA**

O artigo aqui disposto possui uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo, sendo uma pesquisa de revisão de bibliográfica. Para coleta de dados foram utilizadas consultas em teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso, artigos científicos, livros, dentre outros.

A pesquisa foi realizada na Faculdade ESTÁCIO de João Pessoa UNIUOL, com a finalidade de construção do trabalho de conclusão do curso de engenharia civil. Por ser de caráter bibliográfico, possui como amostra a análise de dados pré-existentes.

Por tratar-se de uma pesquisa bibliográfica a análise de dados foi realizada através de narrativas preexistentes dos autores citados e também por meio das normas brasileiras estabelecidas pelo DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte e pelo DER- Departamento de estradas e rodagens.

O estudo está posto em conformidade com os fatores éticos da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. No caso desse estudo não se faz necessário a submissão na Plataforma Brasil e conseqüentemente a avaliação por um Comitê de Ética, pois trata-se de uma pesquisa bibliográfica, em que os dados a serem coletados não envolvem pesquisa com seres humanos. Diante disso o trabalho possui seu teor ético quando referência os autores pesquisados, não fazendo uso dos escritos indevidamente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

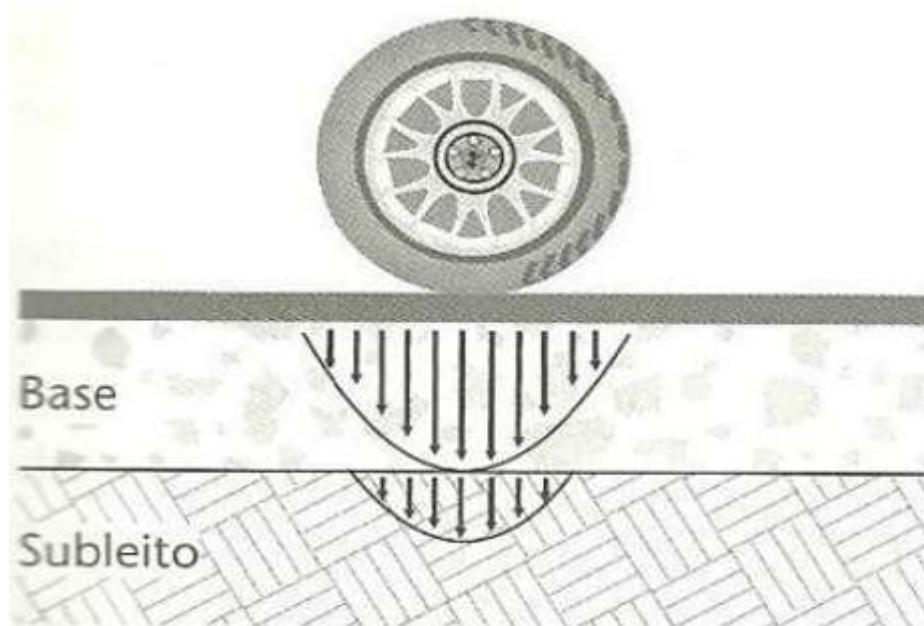
### **PRICIPAIS PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXIVEIS**

O Departamento nacional de infraestrutura de transporte define como pavimento flexível aquele cuja camada superficial é asfáltica, possui revestimento, apoiado em camadas de base e sub-base e também reforço do subleito, construída

por materiais granulares, misturas de solo ou solo, não possui adição de agentes endurecedores e sobre carregamento sofre deformação elástica em todas as camadas, sendo assim a carga é distribuída em parcelas que se equivalem entre si e as pressões são concentradas (BRASIL, 2006) (DNIT, 2006).

De acordo com a figura 1, é possível analisar como se comporta o pavimento flexível:

**Figura 1:** Pavimento Flexível.



**Fonte:** DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes(2006, p.50).

## EXSUDAÇÃO DO ASFALTO

A exsudação é caracterizada pelo surgimento de ligante em abundância na superfície, como manchas escurecidas, decorrente em geral do excesso do mesmo na massa asfáltica (DNIT, 2003).

Segundo Silva (2005), quando não há espaço de vazios ou excesso de ligante asfáltico, ao dilatar-se devido ao calor, o asfalto fica sem espaço para ocupar, por isso ocorre à exsudação. De acordo com o CNT (2018), a exsudação é um: “Filme de material betuminoso que aparece na superfície do pavimento criando um brilho

vítreo, causado pela migração do ligante por meio do revestimento. Sua principal causa é a excessiva quantidade de ligante; baixo conteúdo de vazios”.

**Figura 2:** Exsudação de pavimento.



Fonte: DNIT (2003, p. 42).

**Figura 3:** Exsudação de pavimento.



Fonte: BERNUCCI (2017, p. 222).

A exsudação do asfalto caracteriza-se como um fenômeno que ocorre devido a dilatação do asfalto no calor, acontece na superfície do pavimento e ocasiona a dificuldade em ocupar espaço devido ao baixo volume de vazios, existindo uma menor viscosidade no pavimento, redução da macro textura e envolvimento dos agregados grossos, se encontra de forma brilhante, devido ao excesso de ligante betuminoso. Para solucionar tal patologia é necessário fresar o trilho de roda e simultaneamente recompor o material betuminoso, além de analisar o teor de cimento asfáltico de petróleo (CAP) (BERNUCCI, 2006).

## **DESGASTE/DESAGREGAÇÃO**

O desgaste ou ainda desagregação decorre do desprendimento de agregados da superfície ou ainda da perda de masticado junto aos agregados. Segundo o CNT (2018), desgaste é o “efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, causando aspereza superficial do revestimento”. Com o passar do

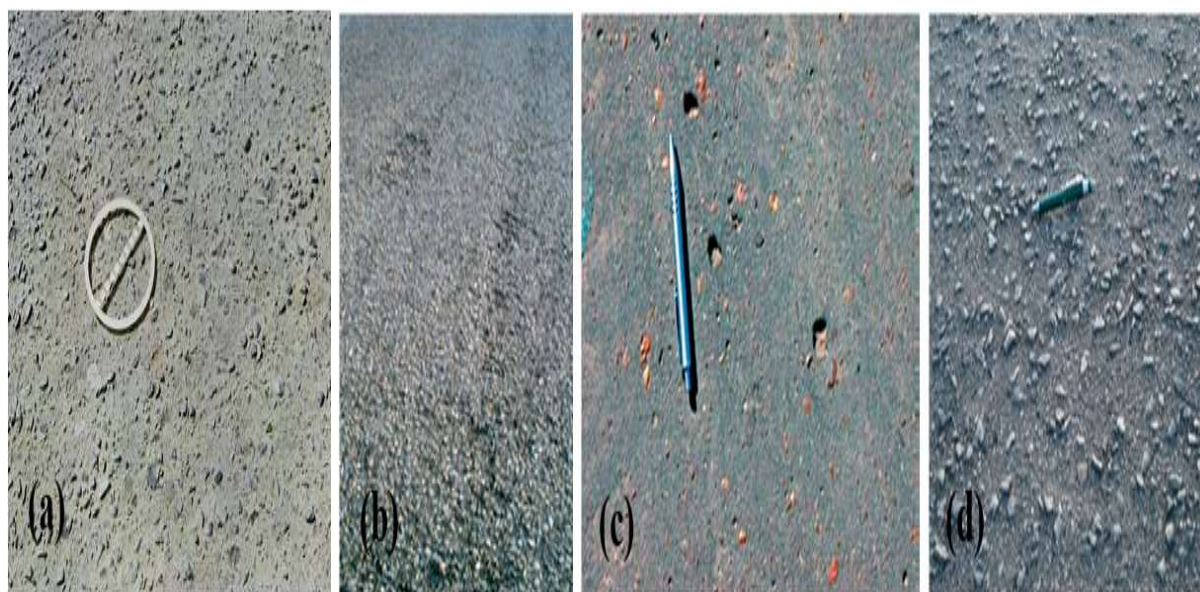


tempo, os esforços oriundos do tráfego e o intemperismo provocam a perda da qualidade do asfalto.

De acordo com Ribeiro (2017), o desgaste resulta da falha na ligação entre os elementos das misturas betuminosas ou a sua péssima formulação, do uso de materiais não adequados e de equívocos na construção.

O desgaste está relacionado às condições de tráfego e intemperismo. Essa patologia, comumente, é resultado de deficiência na ligação entre os componentes das misturas betuminosas ou a sua má formulação, da utilização de materiais não apropriados e de erros de execução do revestimento. À medida que o estágio de desgaste superficial avança, ocorre o arrancamento progressivo dos agregados, tornando a superfície do pavimento mais áspera (MENDES, 2019).

**Figura 4:** Desgaste.



**Fonte:** BERNUCCI (2006, p. 30).

Na figura 6, observa-se em (A) a Degradação da camada por desgaste; em (B) observa-se a desagregação de agregado; em (C) observa-se o deslocamento e perda de agregado; em (D) observa-se o polimento de agregado;

A identificação de patologias é realizada através de modificações da estrutura ou da superfície do pavimento que causam alterações no desempenho do mesmo (CASTRO, 2009). Podem-se considerar as manifestações patológicas que são

encontradas em pavimentos flexíveis como: Defeitos de superfície, degradações superficiais ou degradações.

## ESCORREGAMENTO

De acordo com CNT (2018), escorregamento caracteriza-se pelo “afastamento do revestimento em relação à camada latente do pavimento com surgimento de fendas em meia-lua. A justificativa principal são falhas construtivas e de pintura de ligação”.

Segundo o DNIT (2003) a causa do escorregamento ocorre pela compactação deficiente das camadas do pavimento e a imprimação ineficaz entre uma camada e outra. SILVA (2008) relata, que é regularmente detectado em trechos do pavimento que há partes de aceleração: aclives e declives; curvas; pontos de parada ou barreiras como lombada e parada de ônibus.

**Figura 5:** Escorregamento.



Fonte: DNIT (2003, p. 46).

**Figura 6:** Escorregamento.



Fonte: BERNUCCI (2017, p. 246).

O escorregamento do revestimento betuminoso é quando a massa asfáltica pode apresentar uma má aderência dentre as camadas de revestimento e subjacentes, com isso podem se formar trincas em formato de meia-lua. O deslocamento do revestimento em relação à base é conhecido como



escorregamento, os principais responsáveis por tal fenômeno são os veículos, pelo seu peso e a frenagem (SILVA 2008).

O escorregamento ocorre pelo deslocamento do revestimento em relação à camada de base. Esse tipo de patologia é recorrente em regiões de frenagem e de interseções, principalmente quando há tráfego pesado (SILVA, 2011).

## **FENDAS**

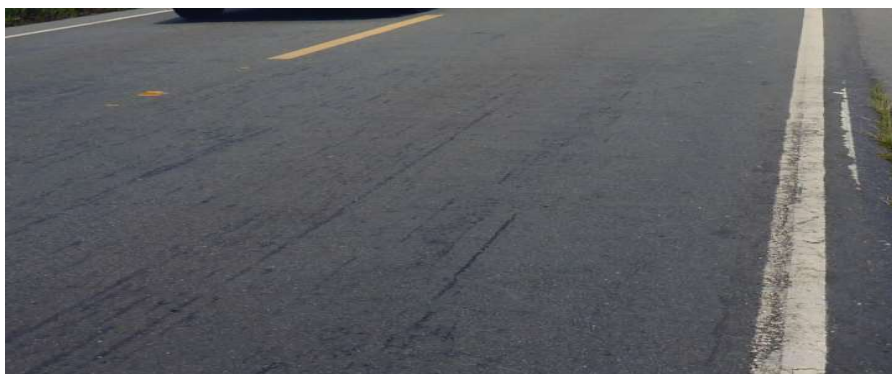
As fendas são quaisquer descontinuidades na superfície de rolamento do pavimento, através do seu porte de menores ou maiores proporções, podem ser classificadas de acordo com o tamanho em que se apresentam (DNIT, 2003). Conforme Camargo e Gomes (2017) há uma variedade de fatores responsáveis pelo aparecimento de fendas, sendo um destes os excessos de cargas atuantes no pavimento, bem como o alívio dele, fatores estes que causam a tração na fibra interior do revestimento. Os autores mencionam ainda como fator o clima, considerando que a variação de temperatura diária acarreta a contração e dilatação do revestimento.

## **FISSURA**

A fissura é um tipo de fenda incipiente de largura capilar, que se apresenta longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente na direção do eixo da via. É perceptível visualmente a uma distância de menos de 1,5 m, e ainda não causam problemas estruturais ao pavimento, sendo consideradas de menor preocupação quanto à gravidade de deterioração (DNIT, 2003).

As causas mais frequentes das fissurações se dão por meio da dosagem imprópria da mistura asfáltica, a compactação excessiva ou inadequada, e o excesso de materiais finos no revestimento asfáltico (CNT, 2018).

**Figura 7:** Fissuras no pavimento.



**Fonte:** CNT (2018, p. 180).

## TRINCAS

A trinca é outro tipo de defeito existente no pavimento procedentes das fendas que são vistas com maior facilidade, pois tem aberturas maiores do que as fissuras. As trincas podem ser classificadas como isoladas ou interligadas, dependendo do sentido e quantidade em que se desenvolvem. Este defeito enfraquece o revestimento e permite que a água infiltre na estrutura do pavimento gerando riscos para as camadas inferiores, além de eventualmente ocasionar a desintegração total da superfície de rolamento (DNIT, 2003; DNIT 2006).

Trinca isolada transversal: Trinca isolada com direção ortogonal ao eixo da via. O início da trinca se dá através da desagregação dos bordos posteriormente tendo a penetração de água e enfraquecimento das camadas anteriores. Segundo pesquisa CNT 2018 as principais causas que levam ao aparecimento dessa patologia é a contração da capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto e propagação de trincas das camadas inferiores. Trinca isolada longitudinal: Trinca isolada com direção paralela ao eixo da via.

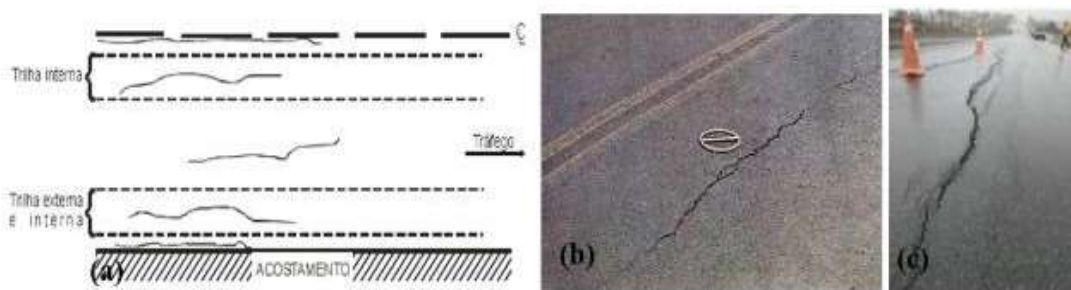
De acordo com ROCHA (2009) as prováveis causas do aparecimento da trinca isolada longitudinal é a má execução da junta de construção, contração ou dilatação do revestimento ou pela propagação de trincas das camadas subjacentes. Também segundo SILVA (2008) as causas podem ser devido ao assentamento da fundação, retração do revestimento ou estágio inicial de fadiga.

**Figura 8:** Trinca transversal e trinca longitudinal



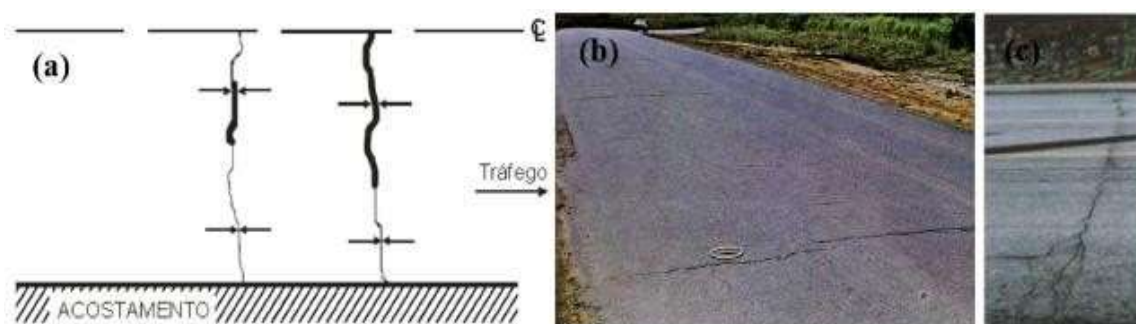
**Fonte:** DNIT (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (2003, p 55 e 56).

**Figura 10:** Representação esquemática (a) e foto de trinca transversal (b).



**Figura 9:** Representação esquemática de trinca longitudinal (a) e sua imagem real (b, c).

**Fonte:** Brasil, 2003, p. 6; Brasil, 2006, p. 62; Passos, 2016, p. 3.



**Fonte:** Brasil (2003, p. 6); Brasil (2006, p. 63); Pinto (2003, p. 48).

## PANELAS E BURACOS

Balbo(2016) define panelas e buracos como rupturas estruturais localizadas que se formam no revestimento e conseqüentemente avança camada a camada ele também relata que sua causa dar-se em decorrência de defeitos pré-existentes, defeitos como fendas, afundamentos, desgastes, desagregações da camada, o simples desgaste e a falta de aderência entre as camadas.

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 (BALBO 2016).

**Figura 11:** Panelas ou buracos.



**Fonte:** DNIT (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (2003, p 60).

As panelas ou buracos são a evolução de outro problema que não foi resolvido. As trincas evoluem e findam por se ligar entre si de modo que criam placas sem ligação com o pavimento. Essas placas vão sendo arrancadas, até atingir a base do pavimento, em razão das tensões exercidas pelo tráfego de veículos pesados. Esse defeito torna-se mais grave por permitir um acesso mais fácil das águas superficiais, que já se infiltravam através das trincas, ao interior do pavimento. O trincamento avançado e o desgaste severo são as principais causas

do problema que só tende a aumentar por causa do tráfego e da ação do clima (VIEIRA, 2011).

A patologia denominada panelas ou buracos é considerado como a evolução de patologias subjacentes como fendas, desgastes e a falta de aderência entre camadas com isso formam-se um buraco no revestimento com o risco de ultrapassar a base, Com as chuvas a situação se agrava e causa o aumento da degradação do revestimento do pavimento que é denominada *stripping* (PINTO, 2003).

## RODEIRAS E TRILHOS

Rodeiras ou trilhos de rodas se constituem em depressões longitudinais e são resultantes de deformações permanentes em qualquer uma das camadas, causadas por consolidação ou movimento lateral dos materiais quando sujeitos às cargas produzidas pelo tráfego. Devido às deficiências na sua formação ou execução, altas temperaturas e por causa do tempo de aplicação das cargas, acaba por não ter uma capacidade de carga adequada. As camadas e as fundações quando não possuem capacidade suficiente de suporte, formam rodeiras de grande raio. As de pequeno raio são formadas pelo fato da baixa resistência à deformação plástica de misturas betuminosas (KIRBAS, 2016).

**Figura 12:** Rodeira.



**Fonte:** DNIT (Departamento Nacional de Estradas e Rodagens, 2003, p 61).

Araújo (2016) define que consiste na deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento sem estar acompanhado de levantamento (compensação volumétrica lateral). Para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento de consolidação de trilha de roda. Principais causas são: fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito; densificação ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento; falha de compactação na construção; problemas de drenagem.

A patologia denominada rodeira ou trilhas de rodas normalmente são causadas pelas cargas produzidas pelo tráfego que causam consolidação ou movimento lateral nos materiais do pavimento, devido as intempérie, principalmente altas temperaturas ou capacidade de carga excedida às camadas do pavimento que funcionam como fundações não conseguem suportar a carga e então formam as rodeiras de grandes raios (PINTO, 2003).

### **TRINCAS DE RETRAÇÃO, TIPO BLOCO E TIPO COURO DE JACARÉ:**

**TRINCA DE RETRAÇÃO:** As trincas de retração se atribuem aos fenômenos de retração térmica, intempéries ou até do material de revestimento de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado (DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes, 2003).

**Figura 13:** Trinca de retração.



**Fonte:** DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes (2003 p 57).



As trincas interligadas se referem às fissuras existentes na face externa no pavimento que não possuem definição exata de sentido e se dividem em trinca tipo couro de jacaré e trinca tipo bloco.

**TRINCA TIPO “COURO DE JACARÉ”:** Se refere ao conjunto de trincas que se ligam paralelamente e se assemelham ao couro de um jacaré por isso possuem essa denominação, tais trincas apresentam ou não uma acentuada erosão nas suas bordas (DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes, 2003).

A figura a seguir apresenta um pavimento com trincas do tipo couro de jacaré.

**Figura 14:** Couro de Jacaré.



Fonte: DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes (2003 p 58).

**TRINCA TIPO “BLOCO”:** Se refere às trincas interligadas por blocos bem definidos apresentando ou não algum tipo de erosão presente nas bordas (DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes, 2003).

**Figura 15:** Bloco.



**Fonte:** DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes (2003 p 59).

Silva (2008) alega em sua tese que os veículos não resultam em problemas estruturais e sim redução no atrito, tal fato que compromete a segurança aumentando o risco de acidentes.

Os outros fatores contribuintes para as trincas são: camadas granulares sem capacidade de suporte; camada superficial com elevada rigidez e utilização de materiais de má qualidade. Os tipos mais comuns são as trincas couro de jacaré ou pele de crocodilo, trincas isoladas de retração, trincas em bloco (PINTO, 2003).

## **TRATAMENTO E RECUPERAÇÃO DOS PAVIMENTOS FLEXIVEIS**

De acordo com o manual de pavimentos asfálticos a manutenção das rodovias que, modo geral, deve ser sistematizadas e continuadas, tendo por objetivo comum a garantir que a função da mesma seja mantida e que seus usuários possam usufruir de um tráfego seguro, confortável e viável economicamente (DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes, 2006).

## **TRATAMENTO DE DESGASTE DE SUPERFICIE**

Os defeitos de superfícies ocorrem quando existe exposição de ligantes e agregados ou quando há o desprendimento de tais materiais. As degradações superficiais geralmente acontecem ainda durante o processo construtivo do

pavimento, afeta diretamente a composição granulométrica dos agregados, ou seja, faz com que as misturas granulométricas realizadas in loco sejam diferentes das projetadas o que acarreta comprometimento estrutural. As deformações ocorrem por conta da indevida compactação complementar de camadas, outro motivo é a ruptura por cisalhamento (DNIT- Departamento Nacional de infraestrutura de transportes, 2003).

Associa-se o desgaste ao tráfego e os fenômenos naturais, ou seja, o intemperismo, mas também é resultado de falhas em ligações nas misturas betuminosas, de uso de matérias de procedência duvidosa e erros de execução de projeto. Quando existe avanço rápido no desgaste se entende que há degradação dos agregados que é consequência do tráfego do local, que ocasiona uma aspereza superficial. Como solução para tal patologia tem-se que fazer uma aplicação de um micro camada de revestimento asfáltico, sendo feito a frio e com composição de pó de pedra, emulsão de ruptura controlada (RC), cal para restabelecer a elasticidade e água (BERNUCCI, 2006).

## **TRATAMENTO DO ESCORREGAMENTO**

Uma medida eficaz para combater o escorregamento é fresar a área, simultaneamente a recomposição da camada de rolamento.

Outro ponto que deve ser observado é se há a presença de defeito no asfalto, pois se houver refere-se à base que provavelmente foi afetada, neste caso apenas o fresar e realizar a recomposição do pavimento não será suficiente, se fará necessária abertura da zona afetada e refazer toda a sua camada de rolamento e com isso resolver o problema de maneira correta (SILVA, 2008).

## **TRATAMENTO DA EXSUDAÇÃO**

Segundo Silva (2018) até pouco tempo atrás, acreditava-se que a ocorrência da exsudação acontecia principalmente devido às dosagens realizadas erroneamente, cujas taxas de ligante eram excessivas. De fato, uma dosagem adequada pode evitar esse tipo de defeito, mas não completamente, gerando a

necessidade de investigar outros fatores. O que causa a exsudação é a elevada taxa de emulsão, o envolvimento excessivo do agregado e a perda de agregado devido a altas temperaturas.

A principal consequência é a perda da resistência a derrapagem. No Brasil, o Tratamento Superficial por Penetração (TSP) é um revestimento delgado (com espessura média de 5 a 20 mm), construído pelo espalhamento sucessivo de emulsão asfáltica e de agregado, seguido de compactação (LARSEN, 1985).

As principais funções do TSP são: proporcionar uma camada de rolamento com alta resistência ao desgaste; impermeabilizar as subcamadas do pavimento; conferir alta flexibilidade, a fim de acompanhar as deformações significativas da estrutura; aumentar a aderência pneu-pavimento e, por consequência, o nível de segurança da via e ser empregado como primeira camada de revestimentos para vias de tráfego mais leve. (SILVA 2018).

## **TRATAMENTO DE TRINCAS, FENDAS E FISSURAS**

De acordo com YOSHIZANE (2005), a aplicação da capa selante é uma atividade em que consiste realizar apenas uma aplicação ligante com agregados, ou ligante asfáltico sobre a superfície do pavimento, com o principal objetivo de selar as trincas e conseqüentemente impedir a entrada de água.

Segundo manual de restauração do DNIT o recapeamento consiste na realização de uma sobreposição de uma ou mais camadas constituídas de uma mistura betuminosa, que dará ao pavimento um apoio estrutural mantendo apto a exercer um novo ciclo de vida.

O manual do DNIT traz também que a reconstrução do pavimento consiste na remoção da espessura total ou parcial do pavimento já executado e posteriormente realizando a execução de um novo pavimento.

## **TRATAMENTO PANEAS E BURACOS**

Balbo (2016) refere-se ao tratamento das panelas e buracos em pavimentos da seguinte maneira, inicialmente é refeita a frisagem do pavimento com o intuito de

recomposição da sua camada exterior denominada de capa ou base, esse processo é realizado através da aplicação do CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente e após o processo espera o processo de cura findar-se, o que acontece em algumas horas. Esse tipo de patologia não apresenta dificuldade para tratamento.

Vieira (2011) defende que um método a ser utilizado para o tratamento da patologia do tipo panelas é o remendo que consiste em uma técnica utilizada para resolver o problema dos buracos. Deve-se remover o material original e substituir por um novo do mesmo tipo ou de características semelhantes. “Remendos existentes são em geral considerados falhas, já que refletem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente incremento na irregularidade longitudinal”.

Como solução para determinada patologia se faz necessário fresar e recompor a base e aplicando o Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (PINTO, 2003).

## **TRATAMENTO DE RODEIRAS E TRILHOS**

O tratamento das rodeiras ou trilhos deve ser feito de acordo com a magnitude da patologia, KIRBAS 2016 relata que tal tratamento segue a seguinte ordem de execução retira-se a camada do pavimento que está sofrendo deformidade e a recompõem em seguida respeitando as etapas do processo construtivo do pavimento.

Araújo (2016) retrata que o tratamento das rodeiras e trilhas só pode ser feito mediante tratamento de recomposição de pavimento.

Para solucionar os problemas de rodeiras é necessário fresar a área afetada e em sequência realizar a recomposição da camada de rolamento o renovando (PINTO, 2003).

## **TRATAMENTO DETRINCAS DE RETRAÇÃO, TIPO BLOCO E TIPO COURO DE JACARÉ:**

Para findar a patologia de trincas de modo geral sela-se a trinca, porém se houver um tráfego intenso no local o ideal é o ideal seria fresar e recompor a camada de rolamento (BENUCCI, 2006).

Com o intuito de restabelecer o pavimento danificado pelas trincas é usualmente utilizado o método de recomposição da capa composta pelo concreto betuminoso usinado a quente- CBUQ, feito através da compactação mais efetiva do solo (PINTO, 2003).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como a conservação e manutenção adequada e periódica o pavimento flexível apresenta vida útil estimada de 10 anos, porém no Brasil ainda há a escassez de manutenção correta das rodovias com isso grande parte das patologias existentes se alastram.

Um dos principais exemplos de patologia no pavimento asfáltico do Brasil são as trincas, pois sem a manutenção adequada facilitam a entrada de água para a fundação do pavimento e com isso geram buracos que comprometem a capacidade de rolamento da via pavimentada e também causam a redução da segurança no tráfego.

O Brasil apresenta fatores que influenciam o surgimento constante de patologias nas rodovias, pode-se ressaltar que isso se deve ao fato de que é essencialmente dependente das rodovias o que causa sobrecarga neste modal, tornando interessante, aprimorar e desenvolver alternativas modais, construindo-se novos portos para o transporte hidroviário e expandindo as malhas ferroviárias e as tornando eletrificadas. Também se ressalta a falta de fiscalização, tanto nos processos construtivos quanto durante a utilização das rodovias, o excesso de peso transportado, lentidão no processo de construção de novas rodovias e a dificuldade de ampliação das rodovias existentes também são fatores responsáveis pelo excesso de patologias existentes nas vias brasileiras.



Com o conhecimento técnico para reconhecer os defeitos e propor a correção adequada é possível que o cenário nas rodovias brasileiras mude. A correção irá permitir que a vida útil das vias se prolongue, além de assegurar a segurança e economia dos usuários da via.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento**. São Paulo, ano 01, ed. 11, v. 10, pp. 187-196, novembro de 2016. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenhariacivil/metodos-de-pavimentacao>. Acesso em: 14 de maio de 2019.

BALBO, T. J. **Pavimentação Asfáltica**. 3.ed. Oficina de Textos - Panelas ou buracos, 2016.

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.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. 4. ed. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005/2006 – TER**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2006.

CAMARGO, Danilo Ferreira; GOMES, Lucas Alves. **Análise de adequação em projeto rodoviário com serviços de pavimentação e drenagem**. Estudo de caso: passagem de Edilândia. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. CNT: **Transporte rodoviário-desempenho do setor, infraestrutura e investimentos**. Brasília, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. CNT: **Transporte rodoviário-desempenho do setor, infraestrutura e investimentos**. Brasília, 2018.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM. DER: **Diretrizes e procedimentos para serviços de conservação especial incluindo a identificação de defeitos e definições de soluções para restauração de pavimentos rodoviários e da sinalização horizontal**. São Paulo, 2013.

DNIT. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos –**

**Procedimento.** 2003f. Procedimento. DNIT 006/2003 – PRO. Rio de Janeiro, 2003.

KIRBAS, U.; KARSAHIN, M. **Performance models for hot mix asphalt pavements in urban roads.** *Construction and Building Materials*, 2016. v.116, p. 281-288

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.

RIBEIRO, T. P. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, ed. 04, ano 02, v. 01. pp 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959 Disponível em: <  
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel> >.

ROCHA, R.S.; Costa, E.A.L. **Patologias de Pavimentos Asfálticos e Suas Recuperações.** Estudo de Caso da Av. Pinto de Aguiar. Universidade Católica de Salvador. BA. 2009.

SILVA, P. F. A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. São Paulo: Pini, 2005. 128 p. CASTRO. **Defeito dos pavimentos asfálticos e suas causas.** Rio Grande do Sul, 2005.

SILVA, P. F. A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p. CASTRO. **Defeito dos pavimentos asfálticos e suas causas.** Rio Grande do Sul, 2008.

SILVA, P. F. A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 3. ed. São Paulo: Pini, 2011. 128 p. CASTRO. **Defeito dos pavimentos asfálticos e suas causas.** Rio Grande do Sul, 2011.

SILVA, P. F. A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 4. ed. São Paulo: Pini, 2018. 128 p. CASTRO. **Defeito dos pavimentos asfálticos e suas causas.** Rio Grande do Sul, 2018.

VIEIRA, E. A. Quantificação e avaliação de danos em trecho de pavimento flexível de avenidas de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Estação Científica** (UNIFAP) Macapá, v. 1, n. 1, p. 95-98, 2011.

YOSHIZANE, H.P. **Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico.** Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET. Limeira, 2005.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

PASSOS, R. **Trânsito segue parcialmente interditado na MG-050**, em Mateus

Leme. 19 de jan de 2016. Disponível em:

<[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/01/19/interna\\_gerais,726444/transito-segue-parcialmente-interditado-na-mg-050-em-mateus-leme.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/01/19/interna_gerais,726444/transito-segue-parcialmente-interditado-na-mg-050-em-mateus-leme.shtml)>.