

## **ESTUDO DESCRITIVO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM PAVIMENTAÇÕES ASFÁLTICAS DE ESTRADAS DE RODAGEM**

Magna Alves Viana Gaspar<sup>1</sup>

José Guilherme Leitão Pinheiro<sup>2</sup>

### **Resumo**

A pavimentação flexível é uma estrutura horizontal de múltiplas camadas onde todas sofrem deformação elástica quando aplicado um carregamento sobre a superfície. Apenas 24,1% da superfície pavimentada em extensão rodoviária nacional está em perfeito estado, sendo a restante considerada desgastada ou com alguma forma de patologia. Tais patologias, que podem ocorrer por variadas causas, fazem com que a qualidade das rodovias seja baixa, o que afeta a população de forma não só desagradável mas também nocivamente. As patologias mais comuns são as Fendas, Afundamento, Panela, Desgaste, Ondulação, Escorregamento, Remendo e Exsudação. O conhecimento dos principais defeitos ocorrentes em pavimentação asfáltica e suas possíveis reparações colabora com o aumento do conforto e segurança do usuário da rodovia, além de permitir o prolongamento da vida útil da estrutura de pavimentação.

**Palavras-chave:** Pavimentação asfáltica. Patologias em pavimentação. Reparação de patologias.

---

<sup>1</sup>Graduado em Engenharia Civil pelo UGB/FERP.

<sup>2</sup>Mestrado em Engenharia Civil pela UFF.

## DESCRIPTIVE STUDY OF THE MAIN PATHOLOGIES FOUND IN ASPHALT PAVING OF ROAD ROADS

### Abstract

Flexible paving is a horizontal multiple layers structure, where all suffer elastic deformations when weight is applied to the surface. Only 24.1% of the paved surface on a national road extension is perfect, and the rest is being considered worn or with some form of pathology. That pathologies, which can occur for various reasons, cause low quality of the highways, affecting the population in a way that is not only uncomfortably but also in a dangerous way. The most common pathologies are Cracks, Sinking, Pot, Wear, Ripple, Slip, Patch and Exudation. The knowledge of the main defects occurring in asphalt pavement and its possible repairs collaborates with the increase of the comfort and safety of the road user, in addition to allowing the extension of the paving structure's useful life.

**Keywords:** Asphalt paving. Paving pathologies. Repair of pathologies.

### Introdução

Este artigo visa descrever as principais patologias em pavimentação asfáltica de rodagem, apontando suas causas, além de demonstrar possíveis reparações para tais defeitos. Atualmente o Brasil é composto por 1.720.700 Km de rodovias, sendo 1.349.938 Km rodovias não pavimentadas e apenas 213.453 Km (12,4%) são rodovias pavimentadas. A primeira estrada no Brasil é a Estrada de Rodagem União e Indústria, que liga a cidade de Petrópolis a Juiz de Fora, e foi inaugurada no ano de 1861. Apesar disso, a primeira rodovia pavimentada brasileira só foi inaugurada em 1928, recebendo o nome de Rio-Petrópolis e, como o nome induz, ela liga essas duas cidades. Esse trecho também é conhecido como Rodovia Washington Luís, e hoje pertence a BR-040, rodovia federal radial que conecta Brasília ao Rio de Janeiro.

Em 1946 foi sancionado um decreto de lei chamado Fundo Rodoviário Nacional, que impulsionou a extensão da malha rodoviária nacional, não só nessa década como nas décadas seguintes. Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), em 1980 o Brasil contava com 47 mil km de rodovias federais

pavimentadas, um número muito superior ao que havia sido verificado em 1945, antes da sanção do Fundo, quando totalizava 482 km de malha rodoviária pavimentada.

Como aponta a Confederação Nacional do Transporte (CNT) em sua Pesquisa de Rodovias (2019), o Brasil tem uma baixa disponibilidade de rodovias quando o comparamos com a disponibilidade de outros países de mesma extensão territorial, ou até mesmo outros países latinos. Segundo a pesquisa, o Brasil, quem tem como extensão territorial 8.516.000 km<sup>2</sup>, tem 25.100 km<sup>2</sup> de densidade da malha rodoviária pavimentada, enquanto o Uruguai, que contém 176.215 km<sup>2</sup> de extensão territorial, tem uma densidade de malha rodoviária equivalente a 43.900 km<sup>2</sup>.

A baixa quantidade de rodovias pavimentadas é o reflexo das dificuldades econômicas enfrentadas pelo país na década de 1970 e também pela finalização do Fundo Rodoviário Nacional no final da mesma década. Tais fatores fizeram com que não só os números de novas estradas construídas diminuíssem drasticamente como também colaborou com a degradação de boa parte da rede rodoviária. Essa degradação pode gerar consequências enormes para a população, pois a má qualidade na pavimentação pode causar acidentes e até mesmo levar alguém a óbito, e traz também prejuízos para o setor econômico do país, pois, entre outros elementos, a manutenção de veículos e atraso em cargas trazem um grande gasto para o governo.

Os defeitos de pavimentação, que são consequentes da degradação das estradas, são também conhecidos como patologias, e afetam consideravelmente a qualidade das estradas. Conhecê-los, assim como compreender suas causas é de suma importância para a prevenção, e informar-se das possíveis técnicas de reparação contribui para a correção das pavimentações caso tais defeitos venham a ocorrer.

## **Metodologia**

Esse Artigo foi elaborado através de estudos bibliográficos baseados em consultas a livros, artigos, palestras relacionadas ao tema patologias em pavimentação asfáltica em rodovias, assim como consultas a normas e levantamentos de dados sobre o assunto em questão.

Quanto a estrutura do trabalho, na primeira seção, intitulada Introdução, foi apresentado um breve resumo da história da pavimentação, mostrando também um panorama que serve de base para melhor compreensão da pesquisa. A segunda seção trata da metodologia utilizada na pesquisa, enquanto na terceira seção há a contextualização do tema, contendo informações como a definição de pavimentação, tipos, camadas e condições da superfície pavimentada no âmbito nacional.

Na quarta seção serão apresentadas de forma descritiva as patologias que ocorrem na pavimentação asfáltica assim como suas causas e na quinta seção é abordado os possíveis métodos de reparos que podem ser utilizados. A pesquisa segue com as considerações finais e com a recomendação para futuros estudos, sendo finalizada pelas referências bibliográficas utilizadas para a elaboração do Artigo.

## **Contextualização e eixo construtivo de pavimentação flexível**

Pavimentação é uma estrutura horizontal que é desenvolvida para facilitar o deslocamento de pessoas. Pode ser construída de diferentes tipos de materiais que são definidos de acordo com a finalidade da via. Quando se planeja fazer a pavimentação de uma rodovia, na maioria das vezes, deseja-se trazer melhorias para as pessoas que trafegam nela, seja uma melhora no tráfego, na segurança, no conforto, ou em outros aspectos.

Segundo Bernucci (2010), considera-se pavimentação uma estrutura com múltiplas camadas de espessuras finitas, sendo construída sobre a superfície final de terraplanagem, cuja finalidade é resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos

e do clima, enquanto concede ao usuário melhores condições de deslocamento, com conforto e segurança.

### *Tipos de pavimentação*

Conhecer os tipos de pavimentação é de suma importância, pois a escolha do tipo ideal irá impactar diretamente a vida das pessoas que utilizarão a via. Devem ser consideradas algumas características como as propriedades do solo, intensidade do tráfego e o sistema de drenagem superficial. Com o levantamento desses dados, será possível entender a necessidade de utilização da pavimentação rígida, semi rígida ou flexível, sendo cada tipo diferenciado pela resposta da pavimentação aos esforços nela aplicados.

#### Pavimentação Rígida

Caracteriza-se por um revestimento que contém elevada resistência a deformação, fazendo com que absorva quase todas as forças provenientes do carregamento que está sendo aplicado. Tem bom desenvolvimento em locais onde são depositadas grandes cargas estáticas. Possui investimento de implementação maior que os outros tipos de pavimentação e não pode ser reparado.

#### Pavimentação Semi rígida

Possui uma base de cimento e revestimento flexível, como asfalto, e é recomendado a locais onde há movimentação de veículos considerados pesados. Possui um custo de execução inferior a pavimentação rígida, o que faz com que seja mesclada com esse tipo de pavimentação em alguns casos.

## Pavimentação Flexível

Neste tipo de pavimento todas as camadas sofrem deformação elástica quando é aplicado um carregamento, fazendo com que a carga seja distribuída entre as camadas em parcelas equivalentes. Contém base granular e revestimento asfáltico e tem como grande benefício a facilidade de manutenção. Indicada para vias com pouco tráfego, permite reparos localizados e possui custo de restauração e execução inferior aos demais tipos.

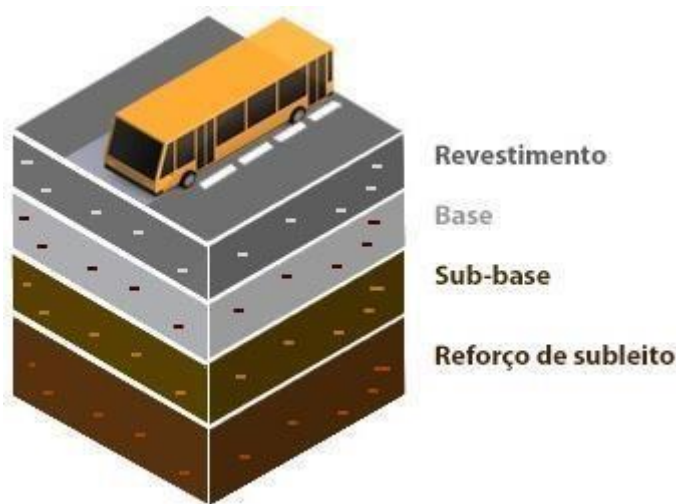
### *Camadas da pavimentação flexível*

O pavimento é uma estrutura constituída por camadas de materiais diferentes, que são compactados desde o subleito, e é projetado de forma que seja capaz de receber e transmitir esforços de maneira que alivie pressões sobre as camadas inferiores, que costumam ser menos resistentes.

Segundo Balbo (2007), as cargas são transmitidas à fundação de forma aliviada, o que impede que ocorram deformações conforme a utilização da estrutura ou rupturas que gerarão estados de tensão imprevistos no início do projeto, o que pode induzir toda a estrutura a um comportamento mecânico não apropriado e a deterioração acelerada ou prematura da mesma.

As camadas de pavimentação provêm condições adequadas aos veículos, e cada uma possui funções específicas que contribuem com a qualidade da rodovia. As tensões geradas na estrutura por cargas aplicadas através dos veículos e do ambiente são dependentes do desempenho de cada camada e de como todas funcionarão em conjunto. Elas devem ser dimensionadas para resistir ao clima e ao tráfego previsto dentro do período do projeto, levando-se em consideração as propriedades e resistência dos materiais que as compõem. Caso haja um tráfego de baixa intensidade ou materiais com alta resistência, algumas camadas podem não ser necessárias.

Figura 1. Camadas do pavimento flexível.



Fonte: Pesquisa dos Autores.

### Revestimento

O revestimento é a camada da pavimentação que serve como capa de rolamento, e que está submetida a esforços diretos de tração e compressão provocados pelo rolamento do veículo. É composto pela associação de agregados e ligantes asfálticos e tem espessura relacionada diretamente com a resistência do subleito. É importante que se realize a impermeabilização adequada e a instalação de drenos ao longo da via, para evitar que a ação da chuva cause desgastes ou infiltre-se nas camadas inferiores a ela.

### Base

A camada considerada como suporte estrutural é chamada de base, e é designada para resistir aos esforços verticais provenientes dos veículos e dissipá-los adequadamente às próximas camadas. Sobre ela é construído o revestimento do pavimento.

### Sub-base

Esta camada é executada para complementar a base quando a mesma não puder, por recomendação, ser construída diretamente sobre o reforço do subleito.

### Reforço do Subleito

Esta camada adicional é efetuada sobre o subleito, e contribui para uma melhor performance estrutural do pavimento, além de proporcionar economia ao projeto da rodovia, visto que permite a redução da espessura da camada de sub-base, que possui materiais mais caros.

### Subleito

Apesar de ser considerado por muitos uma das camadas da pavimentação, o subleito na verdade é a fundação, e é constituído pelo terreno natural sobre o qual é construída a via e por isso suporta o peso de todas as camadas acima, além de absorver as solicitações das cargas impostas ao pavimento. O estudo prévio do solo deve ser feito de forma cuidadosa e analítica para prevenir danos nas camadas acima.

### *Condição da superfície do pavimento*

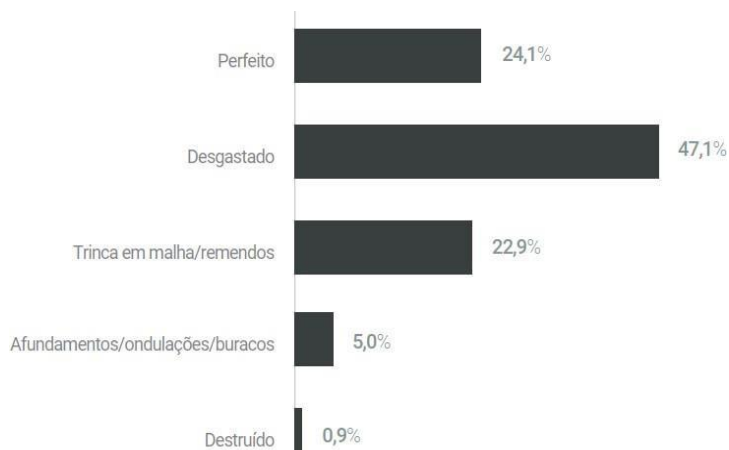
A Pesquisa de Rodovias da CNT (2019) analisou a condição da superfície do pavimento em 75% da extensão rodoviária nacional, e constata que:

[..] há sinais de desgaste, presença de trinca em malha/remendos ou afundamentos/ondulações/buracos. Apenas em 24,1% (26.203 quilômetros), a superfície encontra-se em perfeito estado de



conservação. Destaca-se, ainda, uma extensão de 961 km (0,9%) da superfície do pavimento totalmente destruída. (CNT,2019)

Gráfico 1. Condição da superfície do pavimento



Fonte: CNT (2019)

### **Descrição das principais patologias de pavimentação asfáltica**

As patologias de pavimentação asfáltica, que também são conhecidas como defeitos, tem sido um problema que afeta diretamente e indiretamente a vida da maioria da população brasileira, pois compromete o desempenho operacional do transporte já que atinge a capacidade funcional do pavimento, além de provocar uma condição de rolamento ruim, podendo assim haver ocorrência de acidentes e lentidão no tráfego, porque afeta a forma como o motorista irá conduzir o veículo, causando também desconforto ao usuário.

Os principais fatores que causam ou agravam consideravelmente os defeitos são o rolamento do tráfego, as ações das intempéries da região onde a estrutura está construída, os materiais utilizados e a forma como foi executado o projeto. Esses fatores podem levar ao aparecimento de rupturas que ocasionam a manifestação de patologias e, quando não tratadas e corrigidas em estágio inicial, podem evoluir para patologias maiores e de difícil reparação. Balbo (1997) diz ainda que podem ocorrer

seis tipos de rupturas em pavimentações asfálticas, sendo elas:

- **Ruptura por resistência:** quando as cargas aplicadas sobre a estrutura pavimentada são iguais ou maiores que as previstas no projeto da rodovia.
- **Ruptura por fadiga:** ocorre pela repetição de cargas, que causam sucessivas deformações e tensões sobre a rodovia, cansando também microfissuras.
- **Ruptura por deformação plástica:** ocorre quando as tensões constantes sobre a rodovia ultrapassam a tensão de plasticidade calculada no início do projeto.
- **Ruptura por retração térmica:** Pode ocorrer quando há variação extrema de temperatura, causando retração térmica de diferentes formas entre as camadas, o que provoca o aparecimento de fissuras.
- **Ruptura por propagação de trincas:** Ocorre quando a trinca presente em uma camada se propaga para outra.
- **Ruptura funcional:** É a ruptura que ocorre quando o pavimento perde sua qualidade decorrente a variados motivos de degradação. Esta perda de qualidade acarreta a redução da função da rodovia.

Com isso, as estruturas pavimentadas apresentam defeitos diferentes entre si, tendo em vista que os fatores que causam tais patologias são originados de formas diferentes. Por conta disso, para identificar as patologias, suas causas e possíveis técnicas de reparações para elas, é necessário o estudo prévio da influência de todos estes fatores sobre a estrutura.

Segundo padronização do DNIT (2003), as patologias mais comuns em pavimentos flexíveis são: Fendas, Afundamento, Panela, Desgaste, Ondulação, Escorregamento, Remendo e Exsudação.

## Fendas

Considera-se fendas qualquer descontinuidade na superfície do pavimento que possa conduzir a aberturas de maior ou menor porte, se apresentando de formas variadas [DNIT, 2003]. As fendas podem ser classificadas quanto a sua tipologia, podendo ser consideradas fissuras ou trincas:

### a) Fissuras

Fendas perceptíveis a olho nu somente a uma distância inferior a 1,5 m. Não são consideradas com alto nível de gravidade visto que não são conhecidas como problemas funcionais ao pavimento, pois são fendas incipientes.

**Causas principais:** momento inadequado de compactação, dosagem inadequada de asfalto e excesso de material de enchimento.

Figura 2. Fissuras



Fonte: SindETrans (2018)

### b) Trincas

São fendas perceptíveis a olho nu mesmo em uma distância superior a 1,5 m. Este defeito facilita a entrada de água, o que provoca um enfraquecimento na estrutura. As trincas manifestam-se de formas, motivos e graus de degradação variados.

- **Trincas Transversais**

São trincas isoladas que se manifestam em direção ortogonal ao eixo estradal, podendo ser classificadas quanto sua extensão, sendo curta quando inferior a 1 m e longa quando a extensão for superior a 1 m.

**Causas principais:** recalques diferenciais, retração plástica da base cimentada, propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento do pavimento ou ainda retração térmica do Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ)

Figura 3. Trinca transversal



Fonte: DNIT (2003).

- **Trincas Longitudinais**

Trincas isoladas que se manifestam em direção perpendicular ao eixo estradal, e também podem ser classificadas quanto sua extensão, sendo curta quando inferior a 1 m e longa quando a extensão for superior a 1 m.

**Causas principais:** má execução da junta construtiva, início de uma degradação por fadiga e assentamento da fundação.

Figura 4. Trinca longitudinal



Fonte: Bernucci (2010)

- **Trincas de Retração**

São trincas isoladas que não são relacionadas aos fenômenos de fadiga do revestimento. [DNIT, 2009]

**Causas principais:** retração térmica do material que compõe as camadas de base abaixo da superfície do pavimento ou do material do revestimento.

Figura 5. Trincas de retração



Fonte: Bernucci (2010)

- **Trincas Couro de Jacaré**

São trincas interligadas sem definição de direção, que são identificadas por

conta da aparência que se assemelha ao couro de jacaré. Possui ângulos agudos que apresentam arestas com menos de 30 cm de comprimento, e podem ou não apresentar erosão acentuada nas bordas.

**Causas principais:** má qualidade dos materiais que compõem a estrutura, pavimento próximo ao limite de vida útil, asfalto endurecido e colapso no revestimento asfáltico por conta das ações do tráfego.

Figura 6. Trincas couro de jacaré



Fonte: DNIT (2003)

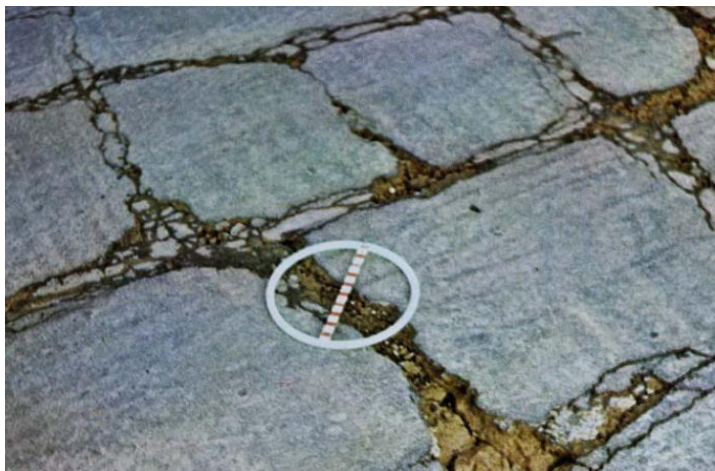
- **Trincas em Bloco**

Trincas interligadas que são identificadas por conta da aparência de blocos com lados bem definidos, e podem ou não apresentar erosão acentuada nas bordas.

**Causas principais:** mistura asfáltica com baixa resistência a tração e alternância de temperaturas, que podem causar retração na capa asfáltica.



Figura 7. Trincas em bloco



Fonte: DNIT (2003)

### *Afundamento*

É caracterizado como uma deformação permanente que ocorre nas superfícies do pavimento, podendo ser acompanhada ou não de uma elevação lateral da capa asfáltica. Devido a essas diferenças, pode se apresentar como afundamento plástico e afundamento de consolidação.

**Causas principais:** Os afundamentos podem ocorrer quando uma ou mais camadas perdem suas capacidades de suporte das cargas por conta do calor abundante sobre o revestimento ou saturação das camadas. Também ocorrem quando há má dosagem dos materiais que compõem a mistura asfáltica e por problemas de drenagem.

#### **a) Afundamento Plástico**

Ocorre quando há elevação lateral da capa asfáltica. Quando possui extensão superior à 6 metros é chamado de afundamento plástico de trilha de roda, e quando a extensão for inferior à 6 metros é chamado de afundamento plástico local.

Figura 8. Afundamento Plástico



Fonte: New Roads Consultoria (2016)

### **b) Afundamento de Consolidação**

Ocorre quando não há elevação lateral da capa asfáltica. Quando possui extensão superior à 6 metros é chamado de afundamento de consolidação de trilha de roda, e quando a extensão for inferior à 6 metros é chamado de afundamento de consolidação local.

Figura 9. Afundamento por consolidação



Fonte: DNIT (2003)

*Panela*



Também conhecidas como buracos, são depressões de comprimentos variados que ocorrem no revestimento, podendo atingir a base. O DNIT (2006) considera um defeito muito grave, pois não só compromete o pavimento a nível estrutural, visto que facilita o acesso da umidade nas camadas interiores, mas também a nível funcional, pois afeta de forma intensa a regularidade superficial do pavimento, o que diminui a segurança do tráfego.

**Causas principais:** é causada pela deficiência de compactação e por um avançado processo de deterioração do pavimento, que pode ocorrer por variados fatores, até mesmo por conta da ocorrência de outros defeitos.

Figura 10. Panela



Fonte: Bernucci (2010)

### *Desgaste*

É identificado pela superfície áspera do revestimento, consequente da desvinculação progressiva do agregado do pavimento. O DNIT (2006) menciona que o ligante asfáltico perde a capacidade de reter os agregados, que se desprendem sob a ação das cargas de tráfego.

**Causas principais:** pode-se destacar a falta de coesão entre ligante e agregado por conta da presença de poeira no momento de construção, a baixa ligação entre ligante e agregado por conta da oxidação do ligante junto dos agentes intempéricos e a presença de água aprisionada.

Figura 11. Desgaste



Fonte: DNIT (2003)

### *Ondulação*

Também conhecida como corrugação, essa patologia se caracteriza pelo agrupamento de deformações transversais, causando assim ondulações na superfície do pavimento. Costuma ser observada em áreas de frenagem e aceleração de veículos, como locais de alternância de tráfego, por exemplo em rotatórias.

**Causas principais:** considera-se a má compactação das camadas que compõe o pavimento como uma das principais causas, assim como a sobrecarga dos veículos.

Figura 12. Ondulação



Fonte: DNIT (2003)

### *Escorregamento*

A patologia escorregamento é definida como o deslocamento horizontal da

capa asfáltica em relação a camada subjacente do pavimento, formando uma ondulação abrupta e curta. É identificada pela formação de fendas com formato de meia lua.

**Causas principais:** Pode ser causado pelo submetimento do pavimento a temperaturas elevadas, excesso de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) na massa asfáltica ou CAP muito fluido para o tráfego local.

Figura 13. Escorregamento



Fonte: Bernucci (2010)

### *Remendo*

Os remendos são correções na superfície pavimentada, definindo-se como o enchimento de panelas ou de uma abertura mais profunda. Pode ser classificado como remendo superficial quando é restringido a reparação de defeitos superficiais, ou como remendo profundo, quando a correção alcança camadas mais profundas da pavimentação, podendo, inclusive, alcançar o subleito. Segundo o DNIT (2006), deve-se considerar os remendos como defeitos quando causam desconfortos aos usuários da rodovia.

**Causas principais:** utilização de materiais de baixa qualidade, problemas construtivos, intensidade de tráfego e agressividade na ação dos agentes intempéricos.

Figura 14. Remendo



Fonte: Bernucci (2010)

### *Exsudação*

Segundo BALBO (1997), trata-se do excesso de material betuminoso na superfície do pavimento. Por conta desse excesso, a dilatação do asfalto no calor fica comprometida visto que há escassez de vazios. É caracterizada por manchas escuras com dimensões variadas que, quando observadas de longe, parecem estar molhadas.

**Causas principais:** Esse defeito pode suceder devido má dosagem de ligante ou quando a temperatura do ligante excede a temperatura prevista nos cálculos de dosagem da mistura asfáltica.

Figura 15. Exsudação



Fonte: DNIT (2003)

### Quadro de codificação

Para facilitar a compreensão de todos no preenchimento de planilhas no momento das inspeções de campo para avaliação de patologias, o DNIT (2003) regularizou a codificação e classificação dos defeitos em pavimentos flexíveis, como pode ser visto na tabela a seguir:

Tabela 1. Codificação e classificação dos defeitos em pavimentos flexíveis

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
<b>Fissuras</b>				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento	TRR	FC-1	FC-2	FC-3	
	Trincas "Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-	
<b>OUTROS DEFEITOS</b>					<b>CODIFICAÇÃO</b>		
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D		
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P		
Remendos				Remendo Superficial	RS		
				Remendo Profundo	RP		



Fonte: DNIT (2003)

NOTA 1: Classe das trincas isoladas FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm. FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas. FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas. As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas. (DNIT, 2003)

## **Restauração de pavimentos flexíveis**

Para definir qual alternativa de restauração será utilizada no pavimento é necessário um estudo do estado em que se encontra o pavimento a ser reparado, como atesta Bernucci (2010). Para esse estudo, é preciso fazer uma avaliação funcional e uma avaliação estrutural.

Bernucci (2010) ainda menciona que a avaliação funcional consiste na verificação da condição da superfície pavimentada, através da análise de defeitos superficiais e da condição de irregularidade longitudinal. Enquanto isso, avaliação estrutural é a verificação do quanto a estrutura do pavimento suportará de cargas, através de uma análise da deflexão superficial resultante da aplicação de uma carga conhecida.

Há defeitos que são normalmente restaurados de forma similar em suas ocorrências por nem sempre apresentar diferença de acordo com a estrutura do pavimento. Para estes defeitos, Senço (2001) concebeu um resumo de reparações comumente utilizadas, o qual será salientado a seguir:

- **Desagregação da superfície**

Pode ser feita a aplicação de material betuminoso pulverizados, lama asfáltica ou capa selante. O profissional deverá analisar qual o melhor procedimento.

- **Exsudação e Instabilidade**

É recomendado fazer a escarificação, remistura e espalhamento do material da superfície, além de adicionar areia caso haja excesso de asfalto. Quando a causa for base fraca ou drenagem pobre, deve ser feita primeiramente a correção da falha

subsuperficial.

- **Ondulação e Depressão**

Orienta-se realizar o nivelamento local e remendo da superfície.

- **Panelas**

Deve-se fazer cortes na cavidade de forma que as faces se tornem quase verticais. Caso seja necessário, asfalto diluído pode ser pulverizado ligeiramente, além de preencher com pré-misturado e compactar até uma altura que possibilite a compactação complementar do tráfego. Após esses procedimentos, deve-se selar com 0,4 a 1,1 litro de mistura asfáltica, e 5,5 a 13,5kg/m<sup>2</sup> de agregado. Pode-se também realizar um remendo de penetração.

- **Superfície gasta**

Pulverizar a superfície com emulsão asfáltica diluída, de ruptura lenta na base de 0,45 l/m<sup>2</sup>. Em áreas que precisam de preenchimento por conta de perda de material, utilizar capa selante convencional ou lama asfáltica.

- **Trincas Couro de Jacaré**

As falhas de drenagem devem ser verificadas e corrigidas. Deve-se também aplicar uma camada fina de asfalto líquido com cobertura de agregados minerais. Em alguns casos, a execução do remendo é indicada.

- **Trincas Longitudinais e Transversais**

Recomenda-se executar o preenchimento e selamento das trincas.

### *Outras técnicas de restauração*

As técnicas de restauração podem ser divididas em função do pavimento apresentar problemas estruturais ou problemas funcionais.

Para Bernucci (2010), quando não for constatado problema estrutural no pavimento é necessário realizar uma restauração para que os defeitos funcionais superficiais sejam corrigidos. Podendo haver ou não a remoção por fresagem de parte do revestimento presente, Bernucci (2010) afirma que normalmente são utilizados, de maneira isolada ou combinada, os seguintes tipos de revestimentos:

- Lama asfáltica (DNER-ES 314/97) (selagem e rejuvenescimento de trincas);
- Tratamento superficial simples (DNER-ES 308/97) ou duplo (DNER-ES 309/97) (restauração da aderência superficial e selagem de trincas);
- Microrrevestimento asfáltico à frio (ABNT NBR 14948, DNIT 035/2005-ES) ou à quente (DNER-ES 388/99) (restauração da aderência superficial e selagem de trincas);
- Concreto asfáltico (DNIT 031/2004) (Caso a irregularidade elevada seja o defeito funcional principal);
- Mistura do tipo camada porosa de atrito (DNER-ES 386/99), SMA ou misturas descontínuas (para que haja melhoras nas condições de atrito e no escoamento da água superficial).

Quando o problema estrutural do pavimento for constatado, Bernucci (2010) destaca que as alternativas normalmente consideradas são as que, por intermédio de recapeamento (integração de novas camadas) e/ou tratamento de camadas existentes, restabelecem ou incrementam a capacidade estrutural do pavimento.

Podendo ser utilizado de maneira isolada ou combinada, os revestimentos geralmente utilizados para recapeamento são:

- Concreto asfáltico;
- Pré-misturado à quente + concreto asfáltico;
- Concreto asfáltico + SMA;
- SMA e outras misturas asfálticas de granulometria descontínua;
- Tratamento superficial duplo ou microrrevestimento + concreto asfáltico.



## **Considerações finais**

Através deste artigo foi possível conhecer as principais patologias ocorrentes em pavimentações asfálticas de estradas de rodagem, assim como suas possíveis causas e reparações. Com isto, percebe-se que as causas que mais contribuem para o surgimento de defeitos são: a má realização das etapas de construção do projeto da via, a ação agressiva dos agentes intempéricos, a presença de materiais de baixa qualidade na execução da rodovia e as sobrecargas decorrentes do tráfego intenso. Dito isto, podem ser sugeridas possíveis soluções que impediriam o aparecimento das patologias, sendo elas:

a) Melhor fiscalização por parte um profissional capacitado nas etapas iniciais da construção da estrutura de pavimentação;

b) Utilização de um sistema de drenagem eficiente, havendo assim uma melhor condução das águas pluviais precipitadas sobre o eixo estradal;

c) Utilização de materiais apropriados e de boa qualidade para a camada para o qual está sendo designado;

d) Aumento na fiscalização das sobrecargas aplicadas sobre a rodovia, com o amparo das ferramentas e técnicas que abrangem a lei da balança, que regulamentariza o peso correto dos eixos do veículo.

## **Recomendação para futuros estudos**

Seria de extrema serventia a elaboração de um estudo que abordasse e detalhasse as análises e teorias necessárias para a identificação de defeitos em uma pavimentação flexível, pois, em conjunto com este Artigo, contribuiria para um diagnóstico de patologia mais apurado. Outra recomendação de estudos futuros seria um detalhamento das técnicas de reparação normalmente utilizadas.

Além destes estudos, o levantamento de prevenções que possam evitar o surgimento das patologias descritas nesse Artigo contribuiria de forma valorosa para

a sociedade, visto que, se bem aplicados, tais patologias diminuiriam, com chances de extinção.

## Referências

BALBO, J. T., **Restauração de pavimentos urbanos**: Dificuldades e diretrizes para soluções. São Carlos. Rio de Janeiro: ABPV, 1997.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projetos e restauração. São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B; [et al.]. **Pavimentação Asfáltica**: Formação básica para engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro, Petrobras: Abeda, 2010.

CENTRO NACIONAL DE TRANSPORTES - CNT. **Os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**. [S. l.], 9 fev. 2018. Disponível em:

<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>. Acesso em: 6 out. 2020.

CENTRO NACIONAL DE TRANSPORTES - CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**. Brasília: CNT: SEST SENAT, 2019

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. 005/2003-PRO (2003d). **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2006. 274 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Breve Histórico do Rodoviarismo Federal no Brasil**. [S. l.], [201-?]. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/historico>. Acessado em: 24 set. 2020.

GUIMARÃES, L. A. P. **Manual de formatação de trabalhos acadêmicos** - Volta Redonda, RJ: FERP, 2016.

MELISSA, S. **Estudo de patologias em pavimentos asfálticos na cidade de Santa Maria - RS**. 63p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016.

NEWROADS. **Recuperação e reforço de pavimentos**. [S. l.], 2015. Disponível em: <http://newroads.com.br/2015/03/recuperacao-e-reforco-de-pavimentos>. Acesso em:

30 set. 2020

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Vol. 1. 2ª ed. São Paulo: Editora: Pini, 2007

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Vol. 2. 1ª ed. ampl. São Paulo: Editora: Pini, 2001

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Pini Ltda., 2008.