

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST – UNIFACVEST

ENGENHARIA CIVIL

ANDRÉ SILVA DO AMARANTE

**PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: PATOLOGIAS NO PAVIMENTO
(SEGUIMENTO ESTUDADO ENTRE OS KM 225 AO KM 245 DA
RODOVIA BR-116 MUNICÍPIO DE LAGES – SC AO MUNICÍPIO DE
CORREIA PINTO – SC)**

LAGES

2020

ANDRÉ SILVA DO AMARANTE

**PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: PATOLOGIAS NO PAVIMENTO
(SEGUIMENTO ESTUDADO ENTRE OS KM 225 AO KM 245 DA
RODOVIA BR-116 MUNICÍPIO DE LAGES – SC AO MUNICÍPIO DE
CORREIA PINTO – SC)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário UNIFACVEST como parte
dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Aldori Batista dos Anjos

LAGES
2020

ANDRÉ SILVA DO AMARANTE

**PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: PATOLOGIAS NO PAVIMENTO
(SEGUIMENTO ESTUDADO ENTRE OS KM 225 AO KM 245 DA
RODOVIA BR-116 MUNICÍPIO DE LAGES – SC AO MUNICÍPIO DE
CORREIA PINTO – SC)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário UNIFACVEST como parte
dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Aldori Batista dos Anjos

Lages, SC, __ / __ / 2020. Nota _____

Prof. MSc. Aldori Batista dos Anjos, Coordenador do Curso de Engenharia Civil.

LAGES

2020

DEDICATÓRIA

Dedico, primeiramente, à Deus pela sabedoria e perseverança que me concedeu. E a minha esposa e filhos, por serem minha referência e meus principais incentivadores de todas as conquistas que obtive nesse período.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”

Provérbios 16:3

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido saúde e perseverança para seguir o caminho que escolhi, pois sem fé não seria possível alcançar o que almejava.

A minha esposa e meus filhos, nos quais eu buscava forças e incentivos para não desistir e seguir no caminho que eu deveria trilhar.

Ao meu professor e orientador, Aldori Batista dos Anjos, pela disponibilidade e o ensinamento que me concedeu. Com certeza, é uma das referências de profissionais a seguir.

Aos meus amigos de faculdade, aos quais dividimos diversos conhecimentos não só para as disciplinas, mas para toda a vida.

Aos meus amigos de trabalho, que compartilhavam as minhas dúvidas e incertezas, por me proporcionarem espaço em suas vidas no decorrer desse período.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram com palavras de incentivo e puderam contribuir para a minha formação.

“Trabalhe com o que você ama e nunca mais precisará trabalhar na vida.”

(Confúcio)

RESUMO

As patologias surgem no pavimento por diversos motivos, seja pela falta de manutenção da drenagem existente, ou drenagem insuficiente, seja devido ao material utilizado e até por problemas de desgaste por conta do uso ao longo do tempo, elas ocorrem também pela ação das intempéries climáticas. Desta forma, a pesquisa tem como objetivo geral estudar as patologias que ocorrem no pavimento flexível em rodovias federais. Os objetivos específicos são identificar as patologias; avaliar a diagnose do tipo de patologias; como reparar as patologias no pavimento. Se a rodovia não recebe manutenção com certa periodicidade, ela sofre cada vez mais e, assim, surgem as patologias, aumentando os custos para fazer a recuperação do pavimento. Esta falta de manutenção pode causar desconforto ao usuário, manutenção em veículos com mais frequência, consumo elevado de combustível, além de proporcionar a ocorrência de acidentes, inclusive fatais. A pesquisa se desenvolveu através de revisão bibliográfica e pesquisa de campo, por meio de entrevistas com inspetores de pavimentação. Através dos resultados obtidos, foram observados os dados das planilhas com os levantamentos das patologias, com essas informações foi possível elaborar um gráfico, com o percentual de incidência de cada patologia no trecho estudado.

Palavras-chave: Pavimento, Patologia, Rodovia

ABSTRACT

The pathologies appear on the pavement for several reasons, either due to the lack of maintenance of the existing drainage, or insufficient drainage, either due to the material used and even due to wear problems due to the use over time, they also occur due to the action of weather conditions . Thus, the research has the general objective of studying the pathologies that occur in the flexible pavement on federal highways. The specific objectives are to identify pathologies; evaluate the diagnosis of the type of pathologies; how to repair pathologies on the pavement. If the highway does not receive maintenance with a certain periodicity, it suffers more and more, and thus, pathologies arise, increasing the costs to recover the pavement. This lack of maintenance can cause discomfort to the user, vehicle maintenance more frequently, high fuel consumption, in addition to causing accidents, including fatal ones. The research was developed through bibliographic review and field research, through interviews with paving inspectors. Through the results obtained, the data in the spreadsheets with surveys of the pathologies were observed, with this information it was possible to create a graph, with the percentage of incidence of each pathology in the studied section.

Keywords: Pavement, Pathologies, Highways.

LISTA DE SIGLAS

CNT	Confederação Nacional de Transportes
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GEE	Gases Efeito Estufa
LVC	Levantamento Visual Contínuo
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da pavimentação	17
Figura 2 – Sistema de camadas de um pavimento de tensões solicitantes.	18
Figura 3 – Preparo do Subleito	19
Figura 4 – Camada do pavimento flexível.....	19
Figura 5 – Fissuras encontradas no trecho da BR-116 entre Lages e Correia Pinto	25
Figura 6 – Fissuras no trecho entre Lages a Correia Pinto	25
Figura 7 – Trinca localizada na BR – 116, trecho entre Lages e Correia Pinto	26
Figura 8 – Trinca no trecho entre Lages a Correia Pinto.....	26
Figura 9 – Trincas na BR – 116.....	27
Figura 10 – Afundamento plástico ocorrido no trecho entre Correia Pinto e Lages	28
Figura 11 – Buraco devido a fadiga do pavimento na BR – 116 no trecho Correia Pinto – Lages.....	31
Figura 12 – Panela encontrada na BR – 116 entre Correia Pinto a Lages.....	31
Figura 13 – Remendo feito para correção de panela no trecho entre Correia Pinto a Lages ...	31
Figura 14 – Exemplo de Remendo feito na BR – 116.....	31
Figura 15 – Trecho da BR – 116 com correção na deformação plástica.....	33
Figura 16 – Exemplo de fresado a fim de recompor a capa asfáltica de 5 cm no trecho entre Correia Pinto a Lages	34
Figura 17 – Trecho estudado da BR – 116 fresado onde havia desgaste no pavimento	34
Figura 18 – Ciclo de vida do Pavimento	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2. PAVIMENTAÇÃO	15
2.1 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL.....	15
2.2 ESTRUTURA DO PAVIMENTO.....	16
2.3 PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	19
3. DRENAGEM NAS RODOVIAS	20
3.1 TIPOS DE DRENAGEM	21
3.1.1 Drenagem de Transposição de Talweges	21
3.1.2 Dreno transversal	21
3.1.3 Dreno Longitudinal.....	21
3.1.4 Camada drenante	22
3.1.5 Lateral da base	22
3.2 PATOLOGIAS POR DRENAGEM INSUFICIENTE.....	22
4. PATOLOGIAS NA PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL.....	24
4.1 TIPOS DE PATOLOGIAS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	24
4.1.1 Fenda	24
4.1.2 Afundamento	27
4.1.3 Ondulação ou Corrugação.....	28
4.1.4 Escorregamento.....	29
4.1.5 Exsudação	30
4.1.6 Desgaste	30
4.1.7 Panela ou Buraco.....	30
4.1.8 Remendo.....	31
4.2 MANUTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO.....	32

5. MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE.....	36
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39

1.0 INTRODUÇÃO

Os meios de transporte rodoviários são de extrema importância para o desenvolvimento de uma região e, assim, é fundamental para a sociedade ter rodovias em condições de trafegabilidade. Desta forma, o setor de pavimentação, muitas vezes gerenciado pelos órgãos públicos, precisaria ter gestores cuja responsabilidade fosse tratar com prioridade e investir mais no setor. Para que aja um planejamento consistente a fim de melhorar a recuperação e conservação das rodovias pavimentadas.

O Brasil passa por um crescente aumento de sua frota de veículo em circulação nas rodovias, e com este crescimento aumenta o excesso de peso, que acaba danificando o pavimento que não foi projetado para suportar tamanho fluxo de veículos com peso excedente. O pavimento flexível é um tipo de revestimento betuminoso que possui expressiva deformação elástica. Por esse motivo os estudos em função desses casos estão em evolução e promete trazer grande desempenho e facilitar o processo de análise das patologias causadas principalmente pelo excesso de peso no pavimento.

Quando as patologias iniciam, faz-se necessário elaborar levantamentos para que em seguida se inicie a recuperação, e assim evitar que o pavimento sofra maiores danos. Já que a demora no tratamento, acarreta no aumento de trabalho e, conseqüentemente, se eleva o custo para a sua recuperação.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O presente trabalho acadêmico teve como desígnio auxiliar a resposta para a seguinte questão: Porque as patologias de pavimento devem ser corrigidas logo que são constatadas?

Se considerarmos que as rodovias são os principais meios dos seres humanos se locomoverem de uma região para outra, e que a falta de manutenção das mesmas pode acarretar em graves acidentes, muitas das vezes terminado em mortes, percebemos que há uma necessidade de estudos que tenham por objetivo melhorar cada vez mais este setor.

1.2 OBJETIVO GERAL

Estudar as patologias que ocorrem no pavimento flexível em rodovias federais, sobretudo no trecho entre Lages-Correia Pinto (Km 225 a 245) da BR-116.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Abordar a história da pavimentação em rodovias;
- Identificar as patologias no pavimento;
- Avaliar a diagnose do tipo de patologias no pavimento;
- Como reparar as patologias no pavimento;
- Designar medidas sustentáveis e que preservem o meio ambiente no reparo das patologias.

1.4 JUSTIFICATIVA

Este é um tema de bastante repercussão nas mídias, nacionais e locais, já que se trata de rodovias federais, sobretudo nas que transportam a boa parcela da economia do país. Contudo, os órgãos públicos não priorizam como de fato merece este setor tão importante. Desta forma, a falta de manutenção do pavimento provoca vários tipos de patologias.

Se a rodovia não recebe manutenção com certa periodicidade, ela sofre cada vez mais e, assim, vem as patologias, aumentando os valores para fazer a recuperação. Esta falta de manutenção pode causar desconforto ao usuário, manutenção em veículos com mais frequência, além de proporcionar a ocorrência de acidentes, inclusive fatais.

Dessa forma, é de imensurável importância novos estudos que exponham resultados de forma que haja uma contribuição para resolver esses problemas.

2 PAVIMENTAÇÃO

2.3 HISTÓRIA DA PAVIMENTAÇÃO NO MUNDO E NO BRASIL

De acordo com Balbo (2007) a construção de vias para transporte sempre foi um ponto importante nas atividades das civilizações, geralmente associados com questões da economia, mas também com a integração regional e militar, desta forma, o homem com o objetivo de melhorar o acesso e expandir o seu território criou as estradas, provavelmente inventado pelos chineses. Posteriormente os romanos fizeram melhorias nelas através do uso de pavimentos e drenagens a fim de tornar as estradas mais duradouras.

A partir da necessidade de se fazer vias apropriadas a diferentes veículos que substituíram as carroças de tração animal, a ciência da pavimentação teve seu início. As civilizações antigas já haviam feitos estas construções em pedra com resistência que era capaz de suportar estes veículos antigos (SENÇO, 2008).

A pavimentação se fez importante, pois com o passar dos anos, as dificuldades em transportar materiais e fazer as negociações começaram a se apresentar, já que as vias eram naturais, sem nem um tipo de pavimento (ZATARIN, 2017).

Pavimentar uma via de circulação de veículos é obra civil que enseja, antes de tudo, a melhoria operacional para o tráfego, na medida em que é criada uma superfície mais regular (garantia de melhor conforto no deslocamento do veículo), uma superfície mais aderente (garantia de mais segurança em condições de pista úmida ou molhada), uma superfície menos ruidosa diante da ação dinâmica dos pneumáticos, (garantia de melhor conforto ambiental em vias urbanas e rurais), seja qual for a melhoria física oferecida (BALBO, 2007, p.15).

De acordo com Senço (2008) o país que utilizou de pavimentos rígidos foi a Inglaterra, onde a construção foi iniciada em 1865. Segundo Mascarenhas Neto (1790), é possível notar em vários países europeus diferentes formas de pavimentações, sobretudo, ele destaca que em Portugal a forma utilizada era, por muitas vezes, mais barata que em países como a Inglaterra e a França.

No Brasil, até a década de 1950 o concreto ainda era comum na pavimentação, sendo o material que era de utilização fácil e tinha um custo barato (SENÇO, 2008).

O primeiro pavimento de concreto executado no país foi o Caminho do Mar, o qual ligava São Paulo a Cubatão em 1926. Posteriormente, em 1932, foi feito em concreto a pavimentação da travessia de São Miguel Paulista, antiga estrada que ligava Rio a São Paulo (CARNEIRO, 2014).

Até o início da década de 1950 era intensa no Brasil a utilização do concreto de cimento Portland na pavimentação, tanto em vias urbanas quanto em rodovias, tais como a BR-116/RJ subida da serra de Teresópolis e nas rodovias nos Estados de Pernambuco e Paraíba. Essa prática sofreu, a partir de então, grande retenção devido a vários fatores de natureza política e econômica. (SILVA *et al.*, p. 4, 2018)

Após o fim da Segunda Guerra, a produção de cimento nacional se destinou a suprir as necessidades que vinham das indústrias da Construção Civil, o que possibilitou as áreas de pavimentação lançarem empreendimentos que não utilizassem muito esse produto. No mesmo período, nos EUA (e logo no Brasil) foi desenvolvido uma extensa tecnologia em pavimentos flexíveis cuja base eram em produtos betuminosos, já que os preços nos derivados de petróleo eram baixos, o que chamou bastante atenção e, de acordo com Medina (1997), pelo fato das refinarias de petróleo se localizarem no país (SILVA, *et al.*, 2018).

Em 1926, o então presidente Washington Luiz Pereira de Souza recebia diversas críticas sobre o abandono da ligação entre Rio de Janeiro e Petrópolis. O então presidente atendeu aos pedidos e decidiu recuperar e ampliar a via, ficando com oito metros de plataforma e fez a inauguração em 1928. No dia posterior, a estrada recebeu quase 2 mil veículos. No trecho da serra com 2 quilômetros de extensão, recebeu pavimento de concreto e foi considerada como a melhor estrada da América do Sul (SENÇO, 2008).

A partir disso, várias vias foram criadas, contudo, segundo os dados da Confederação Nacional de Transportes – CNT (2016) a densidade da malha rodoviária pavimentada no Brasil ainda é muito baixa, sobretudo se comparada com outros países cuja dimensão territorial é semelhante. São aproximadamente 25 km de rodovias pavimentadas para cada 1.000 km² de área, o que diz respeito a apenas 12,3% da rodovia nacional. E, de acordo com as pesquisas da CNT (2004), a malha rodoviária brasileira está em condições insatisfatórias aos usuários levando em consideração tanto o desempenho, quanto a segurança e a economia.

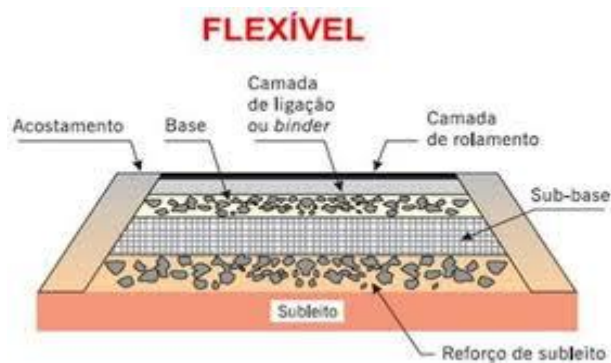
2.4 ESTRUTURA DO PAVIMENTO

O pavimento se estrutura por meio de camadas que ficam após ser executada a terraplanagem e, acima do subleito, podendo variar a partir da análise do tráfego que o local recebe. Esta estrutura feita sobre o subleito o qual é a fundação deste sistema cujo objetivo é receber os esforços que advém do pavimento. Desta forma, constrói-se sobre ele uma regularização, um reforço e, ainda, se necessitar, uma sub-base, base e, por fim, o revestimento (SOUZA, 1980).

De acordo com o Departamento Nacional de Trânsito - DNIT (2006, p.95), “[...] pavimento é como uma superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assente sobre um semi espaço considerado teoricamente infinito, a infra-estrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito [...]”.

Cada camada do pavimento dispõe de uma ou mais funções específicas, que visam proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer situação. As cargas aplicadas sobre a superfície do pavimento acabam por gerar determinado estado de tensões na estrutura, que dependerá do comportamento mecânico de cada uma das camadas e de seus conjuntos. Salienta-se que as cargas são aplicadas por veículos e também pelo ambiente, geralmente de modo transitório, portanto são cíclicas ou repetitivas, o que não implica repetição constante de suas devidas magnitudes. (BALBO, 2007, p. 34).

Figura 1 – Estrutura da pavimentação.



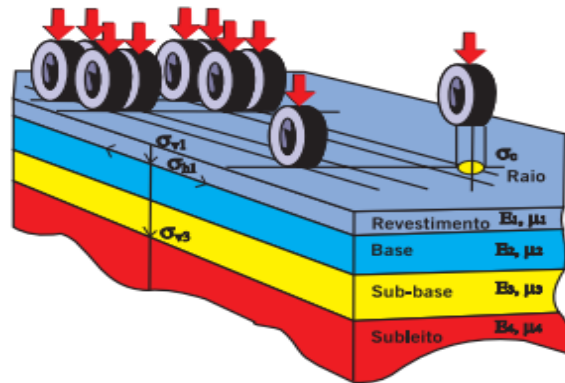
Fonte: BERNUCCI *et al* (2008).

Segundo Bernucci *et al.* (2008) o concreto asfáltico, uma das camadas da pavimentação, faz-se por meio de uma mistura de agregados e ligantes asfálticos. Para garantir a rigidez da mistura, usa-se o granular e, posteriormente, o ligante asfáltico que fará a coesão. Ainda, pode-se acrescentar outros aditivos para melhorar esta mistura (ALMEIDA, 2013).

A estrutura da pavimentação é tida, no que consiste a sua estrutura, a fim de receber e, também, enviar esforços para aliviar as pressões nas camadas inferiores, que, em sua maioria, possuem uma resistência menor, mas não é regra, desta forma, as camadas tem suas funções e precisam proporcionar aos veículos condições certas para suportar e ter o rolamento adequado para qualquer condição climática (BALBO, 2007).

O revestimento tem a função de receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes modificações elásticas, desagregação de componentes ou perda de compactação. Portanto, necessita ser composto de materiais bem aglutinados e dispostos de maneira a evitar sua movimentação horizontal” (BALBO, 2016, p.36).

Figura 2 – Sistema de camadas de um pavimento de tensões solicitantes.



Fonte: BERNUCCI *et al* (2008).

As bases e as sub-bases têm o objetivo de diminuir as pressões que as camadas do solo mais inferiores sofrem e, assim, poder cumprir o objetivo de realizar a drenagem superficial dos pavimentos, geralmente, elas se dividem nestas duas camadas por motivos econômicos e construtivos (BALBO, 2007).

Elas geralmente são feitas por solo naturalmente estabilizado, mistura de solos e brita, brita granulada e/ou tratada com cimento, solo estabilizado quimicamente com ligante hidráulico ou asfáltico, concretos e outros materiais possíveis (BALBO, 2007).

Segundo Balbo (2007) o subleito é composto por materiais do local que se consolidam e são compactados e não possuem uma espessura definida. Esta é a fundação do pavimento após se regularizar a nivelção. Quando há pouca capacidade de suporte, pode se realizar um complemento nesta camada a fim de reforçar o subleito o que aumenta a sua resistência. Apesar disso, em alguns casos, este reforço pode não desempenhar o seu papel, portanto, os resíduos do solo precisam ser retirados parcialmente e substituídos por outro material que tenha a capacidade de suportar (PINTO, 2010).

Quanto ao subleito, os esforços impostos sobre sua superfície serão aliviados em sua profundidade, portanto, ter maior preocupação com seus estratos superiores, onde os esforços solicitantes atuam com maior intensidade. O subleito será constituído de material natural consolidado e compactado (no caso de corte do corpo da estrada) ou por um material transportado e compactado, que é no caso dos aterros” (BALBO, 2016, p.37).

Os reforços do subleito são usados quando a resistência aos esforços verticais (conhecidas como cisalhamento) são grandes, o que facilita o surgimento na superfície. Para isso, é necessário realizar sobre o subleito uma camada de solo com qualidade maior, a qual

trabalhe como um reforço a fim de que a fundação subjacente receba pressões menores, sendo assim, compatíveis com a sua resistência (BALBO, 2007).

Figura 3 – Preparo do Subleito.



Fonte: 12º Batalhão de Engenharia de Combate Blindado, 2013.

2.5 PAVIMENTO FLEXÍVEL

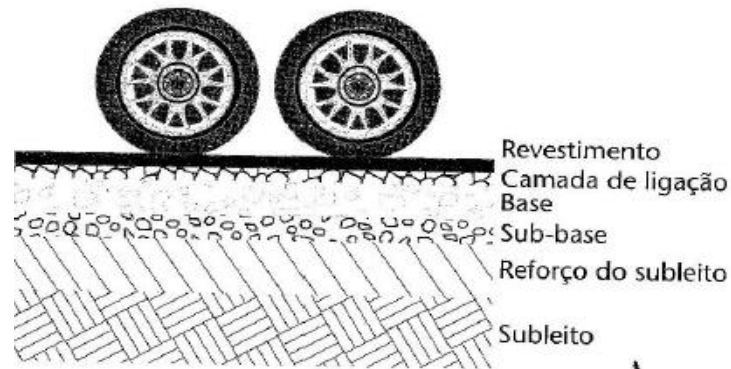
Existem outros tipos de pavimentos além do flexível, mas neste trabalho será abordado apenas o flexível devido ao trecho estudado utilizar deste tipo de pavimentação.

Este tipo de pavimento possui a capacidade de suportar as distribuições de cargas, já que as camadas estão sobrepostas umas às outras. Estas camadas resistem diretamente na ação do tráfego, o que facilita a dissipação das energias nas camadas inferiores. Este tipo de pavimento é menor duradouro em relação ao rígido, pois os esforços são dissipados de maneiras diferentes (RODRIGUES, 2011).

Segundo Balbo (2007) a estrutura do pavimento flexível é desenvolvida a fim de receber e transmitir os esforços aplicados e, então, dissipá-los nas camadas inferiores do pavimento. Estas aplicações de cargas se transmite para a fundação e aliviam-se por meio das camadas, o que impede que ocorra deformações nele, devido a cada camada ser responsável por funções específicas entre elas.

Senço (2007) define que a base do pavimento é a responsável por resistir os esforços verticais e também por dissipá-los.

Figura 4 – Camada do pavimento flexível



Fonte: Balbo, 2007

Os revestimentos dos pavimentos flexíveis variam, de acordo com o DNIT (2006) eles se caracterizam com as seguintes terminologias:

- **Usinados** – concreto betuminoso, pré-misturado a quente e pré-misturado a frio,
- **Tratamento Superficial** – por penetração direta e por penetração invertida, podendo ser, simples, duplo, triplo e quádruplo,
- **Calçamentos Articulados** – alvenaria poliédrica, paralelepípedos, blocos de concreto pré-moldados e articulados.

Araújo (2016) define que o pavimento flexível é característico por não romper e se constituir de materiais betuminosos. Sua base pode ser feita por meio de diferentes camadas como subleito, sub-base, base e revestimentos. Os esforços se distribuem de modo vertical e é o tipo de pavimento que está sendo muito utilizado nos últimos anos.

Enquanto a obra de pavimentação acontece é importante aplicar um filme asfáltico entre as camadas, conhecido como imprimação. De acordo com Godoi (2011, p. 55): “A camada de imprimação é responsável pela adesão entre a base e a camada de rolamento do asfalto, sendo que a aderência exerce papel fundamental para integridade do pavimento”.

3 DRENAGEM NAS RODOVIAS

Oferecer melhorias físicas em vias pavimentadas tem o objetivo de criar a melhora na operação do tráfego, já que por meio desta pode-se criar uma superfície com maior regularidade, aderente e que gere menos ruído. A pavimentação precisa ter a capacidade de aguentar os esforços advindos do tráfego independente da condição climática. Desta forma, possibilitando um tráfego seguro e confortável aos usuários (BALBO, 2007).

De acordo com Senço (2008, p. 480): “A palavra drenagem vem do francês *drainage* e define a operação de dar escoamento às águas dos terrenos úmidos, por meio de canalização especial. A enciclopédia britânica ensina que drenagem é a retirada da água não desejada”.

Faz-se importante conhecer o estudo dos problemas do escoamento de água, já que ela em uma via pode ter sua origem da mais variada forma como por meio de chuvas, dos fluxos de águas superficiais em terrenos adjacentes, inundações dos cursos de água e, também, por infiltrações subterrâneas (SENÇO, 2008).

Azevedo (2007) corrobora com a origem da água dizendo que ela pode vir por meio de infiltração pela superfície da plataforma, por percolação através de acostamentos, por valetas de drenagem laterais ou, ainda, pela elevação dos lençóis freáticos sazonalmente. Além disso, a água faz com que a capacidade de suporte do subleito diminua, fazendo com que o pavimento seja arruinado muito cedo.

Desde o século XIX que iniciou a utilização de amostras de solos saturados a fim de dimensionar bases e sub-bases com suporte de condições de saturação, com o intuito de conseguir um bom desempenho na estrutura do pavimento. Contudo, danos graves foram causados na pavimentação por conta das poro-pressões e da movimentação da água livre na estrutura (AZEVEDO, 2007).

Senço (2008, p. 500) concluiu que “a água é a principal causa de insucesso dos pavimentos”, já que ela prejudica os pavimentos, mesmo os bem planejados e ao longo do tempo trincam e, nestas trincas, permitem a entrada de água.

3.3 TIPOS DE DRENAGEM

3.3.1 Drenagem de Transposição de Talvegues

Segundo o DNIT (2006), a função principal da drenagem de uma rodovia é eliminar a água que, por algum meio, atinge a estrada, captando-a e a conduzindo para lugares que menos afete a segurança do pavimento.

No caso da transposição de Talvegues, as águas que tem origem em uma bacia e que, por motivos hidrológicos e do modelo do terreno, precisam atravessar sem que comprometa a estrutura da estrada. Isso ocorre com a introdução de uma ou mais linhas de bueiros alocados sob os aterros ou por meio de construção de pontes as quais transpõe a água e o seu curso (DNIT, 2006).

Para este tipo de drenagem pode ser feita a construção de bueiros, pontes e pontilhões. A escolha por um destes modos dependerá da necessidade que existe no local que apresentam o problema e necessitam deste tipo de drenagem.

3.3.2 Dreno transversal

São drenos que se posicionam de forma transversal ao leito da rodovia durante toda a sua plataforma, normalmente se localiza em pontos mais baixos como curvas côncavas, ou ainda em locais em que se faz necessário uma base com permeabilidade alta (DNIT, 2006).

Este tipo de dreno, também chamado de sangrias, podem ser realizados em acostamentos, por meio do bordo da faixa de rolamento, esconsos aproximadamente com 45° em relação ao eixo da pista. Estes drenos serão feitos em locais nos quais se realizou a reconstrução do pavimento utilizando o macadame como camada de sub-base ou, ainda, como reforço do sub-leito (ARTERIS, 2017).

3.3.3 Dreno Longitudinal

De acordo com o Manual de Drenagem do DNIT (2006), estes são drenos que recebem as águas drenadas pela camada drenante, estas são aliviadas por meio de drenos laterais e transversais, os quais recebem as águas transportadas por eles, quando já está no máximo da capacidade de vazão, a água é encaminhada para fora do leito da estrada.

O manual da Arteris (2017) afirma que este tipo de drenagem tem o objetivo de rebaixar o lençol freático a fim de evitar a percolação de água por baixo do asfalto; permitir o escoamento das águas que existem no pavimento para fora da estrada e; conectar as saídas das sangrias, quando não existir a possibilidade de se fazer a saída no próprio terreno e/ou aterro, sobretudo em áreas de corte.

3.3.4 Camada drenante

É uma camada feita de material granular colocada logo abaixo do revestimento asfáltico, ela precisa ter a granulometria apropriada. O seu objetivo é drenar as águas que se infiltram para fora da pista de rolamento (DNIT, 2006).

O objetivo destas camadas é captar a água de pequena profundidade da estrada nos quais os drenos de espinha de peixe não consigam realizar a drenagem. Para isso, utiliza-se cortes de rocha nos quais o lençol freático estiver próximo do greide de terraplanagem, na base de aterros que exista água livre próximo ao aterro natural e nos construídos sobre os terrenos impermeáveis. A retirada da água que é captada por esta camada é feita pelos drenos longitudinais (DNIT, 2006).

3.3.5 Lateral da base

Este tipo de dreno tem a função de recolher as águas que se infiltram na camada de base, normalmente ela é usada em acostamentos que possuam um material de base com baixa permeabilidade, desta forma, ela encaminhará a água para fora da plataforma (DNIT, 2006).

Ele tem a mesma função dos drenos rasos longitudinais que é coletar a água drenada pela camada drenante, porém utilizando a capacidade de escoar esta água. Elas se encontram na borda da camada drenante e também na borda livre do acostamento, desta forma, fazem com que o material drenado passe a correr junto a base dos acostamentos até que se chegue nos drenos laterais e desaguem em um lugar apropriado e seguro (DNIT, 2006).

3.4 PATOLOGIAS POR DRENAGEM INSUFICIENTE

De acordo com Cedergren (1974) as pressões que são geradas na estrutura de pavimentos pela ação das cargas que sofre acabam induzindo pressões hidrostáticas que resulta no movimento de partículas do solo na interface das camadas.

As partículas do solo do subleito e da sub-base são carregadas pelas águas em direção a interface entre as camadas e para as juntas e trincas pela ação das cargas que a pavimentação sofre, o que proporciona o surgimento de vazios em seções do pavimento.

A saturação da estrutura do pavimento, segundo Moulton (1980) é motivada pela elevação do lençol freático ou ainda pela infiltração que ocorre pelas bordas ou superfície, o que é prejudicial na capacidade de suporte das dinâmicas do tráfego.

Em pavimentos asfálticos, podem surgir danos como a elevação das poro-pressões, as quais acarreta na perda de suporte das camadas que não são estabilizadas como a base, sub-base e o subleito, como também pode ocorrer o trincamento do revestimento (MOULTON, 1980).

Pela pesquisa realizada, pode-se citar como problemas desencadeados pela falta de drenagem adequada:

- Oxidação do ligante asfáltico;
- Poro-pressão;
- Perda de suporte.

A oxidação do ligante asfáltico, comparada aos outros danos, tem uma ação degradante menor se comparada aos outros danos.

De acordo com Pereira (2003) a deterioração do ligante asfáltico está ligada não apenas aos fatores de umidade que a estrutura recebe, mas também com as características físico-químicas do material, bem como a dosagem na camada de suporte.

A poro-pressão é o efeito ocorrida devido a passagem de veículos em pavimento com a estrutura saturada, o que gera impacto na base e sub-base e, assim, aumenta a pressão da água que existe nos vazios e força a saída desse líquido, desta forma, causando a fuga de material.

De acordo com Cedergren (1974) ela pode causar o desprendimento da capa asfáltico, o bombeamento de finos por trincas, o que desestabiliza a base e compromete o pavimento.

A perda de suporte ocorre nos materiais de granulometria fina, como siltes e argila, estes, após a sucção da água pelos poros, ocorrem adsorção por cristais, os quais se expandem e se afastam, deixando espaços com bastante água entre os grãos (VARGAS, 1978).

4 PATOLOGIAS NA PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL

As patologias no pavimento são os defeitos que podem surgir tanto na superfície quanto nas camadas inferiores e, assim, podendo causar problemas na estrutura do pavimento. De acordo com Reis (2009) os defeitos que surgem no pavimento flexível estão relacionados com a deterioração dos materiais que foram usados para o constituir. Sobre os motivos que dão origem a essas patologias, eles geralmente estão ligados com a execução do pavimento que não foi feita adequadamente ou, ainda, o tráfego intenso dos veículos e, também, de projetos inadequados, além das intempéries climáticas.

Segundo a Norma DNIT 005/2003, os defeitos de superfície são danos ou deteriorações dos pavimentos que são facilmente identificados e classificados de acordo com a terminologia normatizada.

É importante avaliar o estado de conservação dos pavimentos e realizar os diagnósticos embasados teoricamente para que se possa realizar uma solução técnica correta e, se for preciso, escolher a melhor maneira de restaurar o pavimento. (DNIT, 2003)

Estes defeitos podem ser estruturais ou funcionais. O estrutural diz respeito à diminuição da capacidade do pavimento em suportar as cargas, ou seja, perder sua integridade estrutural. Já os funcionais são aqueles que a segurança e a trafegabilidade do pavimento estão comprometidas. (DNIT, 2006)

Silva (2008) define as patologias do pavimento flexível em: deformações de superfície, defeitos de superfície, panela, escorregamento do revestimento betuminoso, fendas e remendos.

4.3 TIPOS DE PATOLOGIAS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

4.3.1 Fenda

De acordo com o DNIT (2003) esta patologia ocorre quando há descontinuidade na superfície do pavimento, o qual leve a aberturas de menor ou maior porte e que pode se apresentar de diversas formas.

Segundo Bernucci et al (2008) as fendas aparecem na superfície do pavimento e são classificadas em: Fissuras, quando sua abertura é visível a olho nu a uma distância de 1,5 metros; Trincas, quando essa abertura é maior que a da fissura. Este é o tipo mais comum entre as patologias encontradas em pavimentos flexíveis.

4.3.1.1 Fissura

As fissuras são fendas de largura de espessura capilar que existem no revestimento e estão posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via. Ela só é percebida a vista desarmada a 1,50m de distância. (DNIT, 2003)

Figura 5 – Fissuras encontradas no trecho da BR-116 entre Lages e Correia Pinto.



Fonte: autor, 2020.

De acordo com a Norma DNIT (2003, p. 2): “As fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície”. Além disso, elas são imperceptíveis em longa distância, como a apresenta a imagem abaixo.

Figura 6 – Fissuras no trecho entre Lages a Correia Pinto.



Fonte: autor, 2020.

4.3.1.2 Trinca

Fenda que está no revestimento, fácil de visualizar a olho nu, apresenta uma abertura superior à da fissura, podendo ainda apresentar de maneira de trinca isolada ou interligada (DNIT, 2003).

Figura 7 – Trinca localizada na BR – 116, trecho entre Lages e Correia Pinto.



Fonte: autor, 2020.

O manual do DNIT (2003) classifica as trincas isoladas em transversal, longitudinal e de retração e as interligadas em tipo “Couro de Jacaré” ou “Bloco”. A transversal é àquela isolada, a qual apresenta direção ortogonal ao eixo do pavimento. Ao apresentar extensão de no máximo 100 cm ela é chamada de transversal curta, caso a extensão for superior, é conhecida como trinca transversal longa.

A trinca longitudinal é também isolada, mas se apresenta paralela ao eixo da via. Assim como a anterior, recebe a classificação de trinca longitudinal curta se for menor a 100 cm e, se superior, longitudinal longa (DNIT, 2003).

Figura 8 – Trinca no trecho entre Lages a Correia Pinto.



Fonte: autor, 2020.

Já a trinca de retração não está associada à fadiga, mas sim a retração térmica ou do material que se utilizou no revestimento ou, ainda, na base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento que está trincado (DNIT, 2003).

O manual DNIT (2003) caracteriza como trinca tipo “Couro de Jacaré” as trincas interligadas que não tem direções preferencias e tem o aspecto parecido com o couro de jacaré. Estas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

Figura 9 – Trincas na BR – 116.



Fonte: autor, 2020.

O outro tipo de trinca interligada é a tipo “Bloco” que é caracterizada por blocos formados por lados definidos e que podem, ou não, apresentar erosão nas bordas acentuadamente (DNIT, 2003).

4.3.2 Afundamento

Segundo o Manual DNIT (2003) os afundamentos são patologias que se caracterizam por deformar de modo permanente por meio de depressões na superfície do pavimento que pode ser, ou não, acompanhada de levantamento e, ainda, pode apresentar como afundamento plástico ou de consolidação.

Geralmente elas podem ocorrer devido a compactação insuficiente de uma ou mais camadas no processo de construção, por uso de mistura asfáltica inadequada ou, ainda, enfraquecimento de uma ou mais camadas por infiltração de água (DNIT, 2006).

4.3.2.1 Afundamento Plástico

É causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou também do subleito e é acompanhado de solevamento. No momento em que ocorre a extensão de até 6m é considerado um afundamento plástico local, no caso de superior e se encontrar ao longo da trilha de roda é chamado de afundamento plástico da trilha de roda (DNIT, 2003).

Figura 10 – Afundamento plástico ocorrido no trecho entre Correia Pinto e Lages.



Fonte: autor, 2020.

4.3.2.2 Afundamento de Consolidação

Ele é causado devido a consolidação diferente de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito e não está acompanhada de solevamento. Quando acontece uma extensão de até 6m é conhecida como afundamento de consolidação local, caso for superior a isto a sua extensão e estiver ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação de trilha de roda (DNIT, 2003).

4.3.3 Ondulação ou Corrugação

De acordo com o DNIT (2003) são deformações caracterizadas por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

Conforme Silva (2008), elas são decorrentes da má execução do pavimento, base instável ou ainda por excesso de asfalto, os quais possibilitam baixa resistência à massa asfáltica. “Esta patologia está associada às tensões cisalhantes horizontais que se formam em áreas submetidas à aceleração dos veículos” (RIBEIRO, 2017, p. 14).

4.3.4 Escorregamento

O escorregamento corresponde ao deslocamento do revestimento sobre a camada subjacente do asfalto que, posteriormente, surge fendas em formato de meia-lua (DNIT, 2003).

Este escorregamento acontece em áreas onde há frenagem e interseções e surge devido à baixa aderência entre a camada de revestimento e a base ou pela baixa resistência da massa do asfalto. Também pode ocorrer devido a compactação deficiente das misturas asfálticas ou da camada base, como por fluência plástica do revestimento em caso de temperaturas elevadas (SILVA, 2008).

4.3.5 Exsudação

Segundo DNIT (2003) ocorre por excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, ocorrido pela migração do ligante por meio do revestimento. Nesta patologia, pode-se notar um brilho no revestimento, geralmente no trilho da roda (RIBEIRO, 2017).

4.3.6 Desgaste

“Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego” (DNIT, 2003, p. 3).

Ribeiro (2017) afirma que este desgaste resulta de problemas na ligação entre os componentes das misturas betuminosas ou pela sua má formação, ainda da utilização de materiais que não são adequados ou ainda por erros na construção.

De acordo com Silva (2008) o desgaste surge devido ao intemperismo, que faz com que a superfície do asfalto fique polida e, assim, prejudique a segurança em derrapagem. Isto se deve por construir em condições climáticas adversas, por oxidação do material ligante devido ao tráfego e a ligação que se perde entre o material ligante e o agregado.

4.3.7 Panela ou Buraco

DNIT (2003) caracteriza esta patologia por ser uma cavidade formada no revestimento que pode ser feita por diferentes motivos, ressaltando a falta de aderência entre camadas

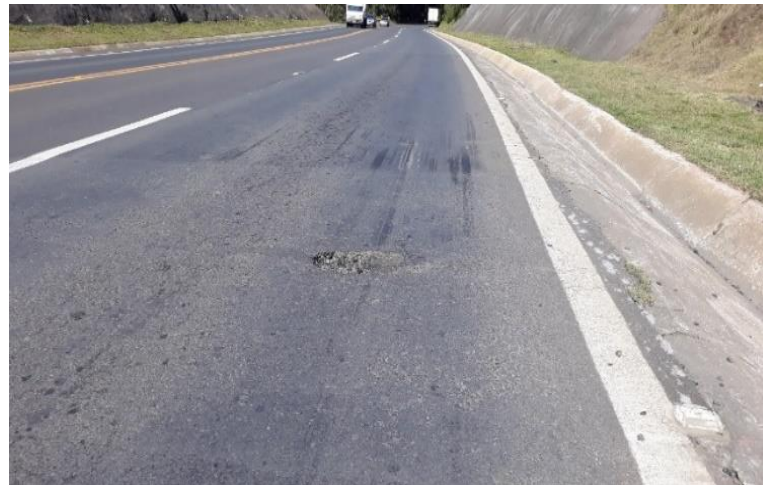
superpostas o que causa o deslocamento das camadas. Ela ainda pode alcançar camadas inferiores do asfalto e, assim, provocar a desagregação delas.

Figura 11 – Buraco devido a fadiga do pavimento na BR – 116 no trecho Correia Pinto – Lages.



Fonte: autor, 2020.

Figura 12 – Painela encontrada na BR – 116 entre Correia Pinto a Lages.



Fonte: autor, 2020.

4.3.8 Remendo

De acordo com DNIT (2003, p. 3): “Painela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de ‘tapa-buraco’”.

Figura 13 – Remendo feito para correção de panela no trecho entre Correia Pinto a Lages.



Fonte: autor, 2020.

Eles podem ser classificados em remendo profundo ou superficial. O remendo profundo é aquele que substitui o revestimento de uma ou mais camadas inferiores e tem formato retangular. Já o superficial é uma correção da área localizada, seja na superfície ou no revestimento, feita pela aplicação de camada betuminosa (DNIT, 2003).

Figura 14 – Exemplo de Remendo feito na BR – 116.



Fonte: autor, 2020.

4.4 MANUTENÇÃO E RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO

Para ter um bom desempenho, o pavimento precisa permanecer o máximo que puder de sua condição original, desta forma, a manutenção deste é importante. Há dois tipos de manutenção dos pavimentos, a manutenção preventiva e a corretiva (SAMPAIO, 2017).

Sampaio (2017) afirma que a manutenção preventiva se faz importante, pois esta tem o objetivo de tardar a predisposição de problemas que já existem na via e, assim, evitar a manutenção corretiva, a qual tem um trabalho maior e de grande custo.

Já a manutenção corretiva é utilizada em patologias que estão afetando o bom funcionamento do pavimento como o caso de problemas como panelas e escorregamentos. Silva (2008) exemplifica este tipo de manutenção como o remendo e os tratamentos superficiais tendo a espessura menor que 2,4 cm.

De acordo com Silva (2008) a manutenção precisa conhecer o motivo de tal patologia, desta forma, far-se-á uma visita ao local e, assim, realizar um levantamento do pavimento como ideia, condições de drenagem e, em caso de problemas construtivos e outros dados referentes ao projeto. Sendo assim, o autor afirma que é importante sempre manter contato com o projetista da pavimentação para poder conseguir as informações importantes.

Para compreender a situação em que o pavimento se encontra, é fundamental avaliar a estrutura e o funcionamento, bem como o estado da superfície, extraíndo corpo-de-prova para que se determine a espessura de cada camada e, também, coletar amostras de solo, brita e massa asfáltica a fim de determinar a situação do pavimento por meio de testes e ensaios, como o C.B.R. (*California Bearing Ratio*) (DNIT, 2003).

Scaranto (2007) afirma que por meio do LVC (Levantamento Visual Contínuo) é possível conseguir várias informações importantes a fim de realizar a manutenção do pavimento.

De acordo com o DNIT 008/2003 é possível identificar: os tipos de defeitos encontrados na superfície, sua extensão e gravidade; se o pavimento apresenta desgaste, exsudação ou bombeamento de finos; se há elevação para realizar um recapeamento; se possui interferência de redes do serviço público na qualidade do asfalto e; a existência de interferência advindas de raízes de árvores.

Por meio da avaliação descrita em DNIT 008/2003 – PRO, faz-se possível determinar parâmetros que podem indicar a solução correta para cada caso, bem como a gravidade dos problemas, sabendo se há a necessidade de correção simples, como selagem de fissuras e/ou uso de lama asfáltica ou ainda se é preciso corrigir de modo mais completo como a realização de um recapeamento ou, ainda, a reconstrução do pavimento.

Fernandes Jr. *et al.* (2010) afirma também que para corrigir os defeitos em materiais usados no pavimento que possuam deterioração por condições climáticas ou ainda devido ao tráfego, gerenciar o pavimento pode minimizar isto e, assim, proteger os investimentos,

oferecendo um rolamento confortável, seguro e econômico, integrando, desta forma, atividades de manutenção e reabilitação.

Figura 15 – Trecho da BR – 116 com correção na deformação plástica.



Fonte: autor, 2020.

A fim de realizar a reabilitação no pavimento, utiliza-se mais as técnicas de fresagem, reciclagem, recapeamento estrutural e reconstrução. (FERNANDES JR *et al.*, 2010).

De acordo com o autor a fresagem é o principal meio para remover o revestimento antigo, tanto para fins de reciclagem quanto para acertar a superfície a ser recapada (FERNANDES JR. *et al.*, 2010).

Figura 16 – Exemplo de fresado a fim de recompor a capa asfáltica de 5 cm no trecho entre Correia Pinto a Lages.



Fonte: autor, 2020.

Figura 17 – Trecho estudado da BR – 116 fresado onde havia desgaste no pavimento.

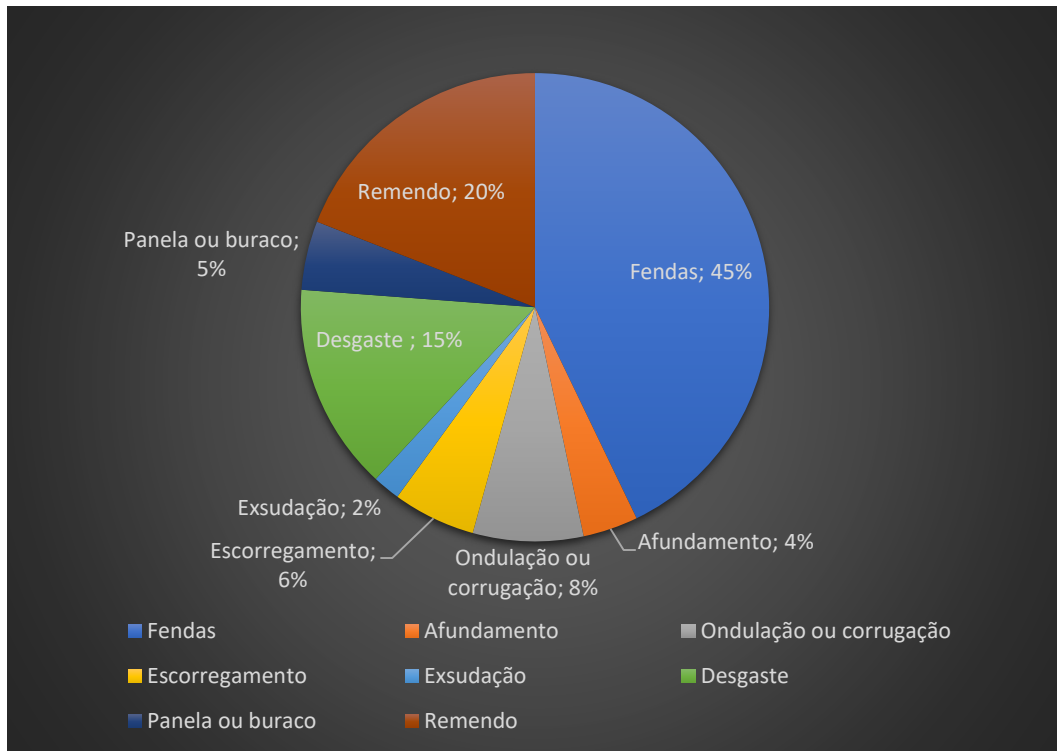


Fonte: autor, 2020.

Já a reciclagem é a técnica que tem o objetivo de renovar as misturas asfálticas, corrigir defeitos, não sendo viável para correção de trincas por fadiga e panelas. O recapeamento estrutural é a construção de uma ou mais camadas sobre o pavimento já existente a fim de aumentar a capacidade estrutural do pavimento. E a reconstrução ocorre quando o pavimento não é reabilitado a tempo e inicia deterioração tendo como causa principal inadequação ou inexistência da drenagem. Nela é realizada a remoção e substituição da estrutura do pavimento realizando drenagem (FERNANDES JR. *et al.*, 2010).

Para a pesquisa, foi realizado uma entrevista com três inspetores de pavimento que atuam na área de manutenção da rodovia. Além da entrevista, fez-se uma consulta em planilhas de quantitativos destes inspetores que as utilizam para controle. Dos 100 casos de patologias encontrados resultou no percentual mostrado no gráfico abaixo.

Gráfico 1 – Porcentagem de patologias encontradas na BR – 116 entre Lages e Correia Pinto (Km 225 a Km 245).

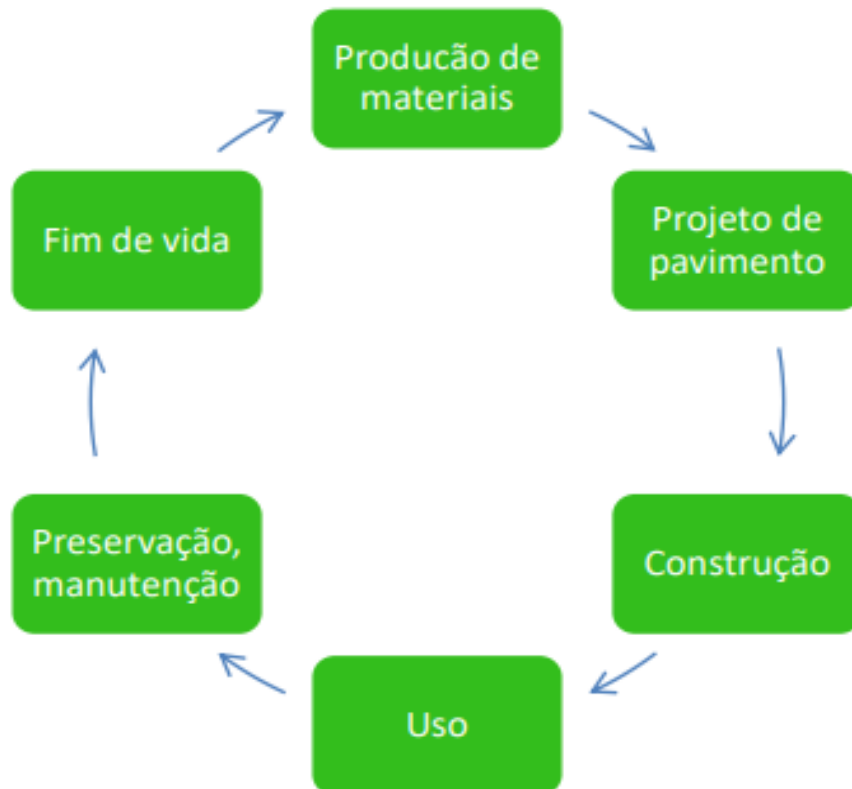


Fonte: autor, 2020.

5 MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

De acordo com Van Dam *et al.* (2015) pavimento sustentável é o que alcança os objetivos funcionais, ou seja, atende às necessidades dos usuários, usa recursos e preserva/restaura os ecossistemas ao redor.

Figura 18 – Ciclo de vida do Pavimento.



Fonte: VAN DAM *et al.*, 2015.

Observa-se na Figura 18 que existe um ciclo. A pavimentação por sua alta demanda de materiais, é preciso se fazer uma reciclagem para que se evite o alto consumo de materiais, além de ser econômico, traz diversos benefícios para o meio ambiente.

De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006) a reciclagem tem como benefícios: conservação de agregados, de ligantes e de energia, preservação do meio ambiente e a restauração das condições geométricas.

No caso dos pavimentos, devido à elevada quantidade de material que é consumido, todo produto deverá ter um final com a “reintrodução” ao ciclo produtivo. Caso isso não aconteça, o elevado consumo de materiais aliada à ocupação de espaço pela sua disposição levará a preços cada vez mais elevados por falta de recursos, com o custo implícito que isso traz para a sociedade, além dos inumeráveis custos ambientais. (DNIT, 2006, p. 175).

A partir da reciclagem de materiais, é possível reduzir o consumo de materiais novos, por exemplo, com a reutilização de materiais para um revestimento de concreto asfáltico precisa de 1 a 3% de asfalto adicional, já o novo precisaria de 6% (DNIT, 2006).

Além disso, o uso de técnicas de reciclagem possibilita as condições geométricas do pavimento se mantenha, no caso de rodovias múltiplas, não há necessidade de estender o recapeamento em toda a pista, mas apenas na área onde há a deterioração, desta forma há a segurança de uma drenagem adequada e evita desníveis na pista (DNIT, 2006).

A preservação do pavimento é uma atividade sustentável, já que são utilizados tratamentos de baixo custo e com pouco impacto no meio ambiente o que propicia uma maior vida útil do pavimento e, desta forma, retarda o uso de materiais novos, como também a redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) (VAN DAM *et al.*, 2015).

Portanto, é importante que a reutilização dos materiais seja feita sempre que possível e necessário, pois se torna uma prática sustentável e que traz benefícios muito positivos tanto para o meio ambiente quanto para a vida útil do asfalto e sua durabilidade, pois quanto melhor o pavimento, menores são as chances de acidentes e também melhor cuidado com os veículos dos usuários.

CONCLUSÃO

A utilização do pavimento pela sociedade vem crescendo dia após dia e isto faz com que seja necessária uma boa execução de sua construção como também uma manutenção regular para que patologias possam ser corrigidas quando necessário, preservando a segurança dos usuários como também proporcionando um maior conforto.

No atual contexto da pandemia da COVID-19 ficou perceptível a redução de tráfego em rodovias federais, não sendo diferente na BR 116, sobretudo no trecho estudado. Esta redução também promove a redução de ocorrência de patologias.

As patologias ocorrem por diversos motivos na pavimentação, muitas delas devido à falta de manutenção na drenagem existente, ou drenagem insuficiente, outras ocorrem pela alta taxa de utilização do pavimento e outras pelo uso de materiais fora dos padrões de projeto, ocorrem também pela ação das intempéries climáticas.

A fim de realizar este estudo, a pesquisa contou com uma entrevista feita com três inspetores de pavimento para verificação *in loco* sobre a ocorrência de patologias no trecho estudado da BR 116.

Além da entrevista, a pesquisa também consultou tabelas quantificadoras feitas pelos inspetores para controle. Esta consulta permitiu uma comparação com a revisão bibliográfica pesquisada neste trabalho.

No trecho estudado da BR 116 (Km 225 a Km 245) foi possível constatar que as Fendas entre as patologias é que ocorre com maior frequência. Seguindo do remendo e do desgaste.

Ao fazer os reparos necessário na pista, é preciso tomar alguns cuidados, sobretudo com o meio ambiente. Um exemplo sustentável e que é, também, de baixo orçamento, é a reciclagem, por meio dela se utiliza pouco material novo e pode se corrigir os problemas cuidando do ecossistema.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adosindro Joaquim de. **Comportamento Mecânico de Misturas Asfálticas com Aplicação dos Aditivos pr plast s e pr flex 20 no Módulo Complexo e na Fadiga – Florianópolis, SC, 2013.** 261p. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

ARAÚJO, M. A; ET. AL. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) Flexível (asfalto).** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento, ANO 1. VOL. 10, p. 187-196. Novembro de 2016.

ARTERIS. **Dreno de pavimento:** especificação particular. ES-041 Rev 4, Março de 2017. Disponível em: <https://www.arteris.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ARTERIS-ES-041-Dreno-de-Pavimento-Rev-4.pdf> Acesso em 27 out 2020

AZEVEDO, A.M. **Considerações sobre a drenagem subsuperficial na vida útil dos pavimentos rodoviários.** Dissertação (Mestrado). São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

BALBO, J.T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558p

_____. **Pavimentação Asfáltica.** 3ª ed. Oficina de Textos, 2016.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa Soares. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros.** PETROBRAS: Rio de Janeiro, 2008.

CARNEIRO, L. A. V. **Pavimentos de Concreto: Histórico, Tipos e Modelos de Fadiga,** Artigo Científico In: Seção de Engenharia de Fortificação e Construção, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2014

CEDERGREN, H, R. **Drainage of Highway and Airfield Pavements.** New York, Wiley, 1974.

CNT. **Confederação Nacional de Transportes**. 2016. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/brasil-tem- apenas-12-da-malha-rodoviaria-com-pavimento>> Acesso em: 24 agosto de 2020.

DNIT. **Manual de Pavimentação**. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte. Rio de Janeiro, RJ: IPR- 719, 2006. 3ed.

_____. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transporte. 2 ed. Rio de Janeiro: IPR 720, 2006.

_____. **NORMA DNIT 108/2009 – ES - Terraplanagem – Aterros – Especificação de serviços**. Rio de Janeiro, RJ: IPR- 719, 2009. 3ed

_____. **Manual de drenagem**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimentos**. 2003.

FERNANDES JR., ODA, ZERBINI. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. São Carlos – SP: EESC – USP, 2010.

GODOI, Luciane de. **Estudo do comportamento dos ligantes asfálticos utilizados na imprimação asfáltica relacionados à emissão de VOC's**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEDINA, J. **Mecânica dos pavimentos**, Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997

MOULTON, L.K. **Highway Subdrainage Design**. Report n° FHWA-TS-80-224 -Federal Highway Administration, 1980.

OQUENDO PEREIRA, A.C. **Influência da drenagem subsuperficial no desempenho de pavimentos asfálticos**. 2003.192p. Dissertação (Mestrado) –Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2003.

PINTO, S.; **Estudo de comportamento de fadiga de misturas betuminosas e aplicação na avaliação estrutural de Pavimentos**. Rio de Janeiro, 2010. Tese (doutorado em Engenharia) - COPPE- UFRJ.

REIS, Nuno Filipe dos Santos. **Análise estrutural de pavimentos rodoviários: Aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço**. 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139414347/Tese_FINAL.pdf. Acesso em: 15 set. 2020

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, [s.l.], vol. 1, p. 733-754, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel>>. Acesso em: 17 set. 2020.

RODRIGUES, José Luís Azevedo. **Conceção de Pavimentos Rígidos**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Feup, Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63481/1/000149988.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2020.

SAMPAIO, Philipe Ribeiro. **Utilização do revestimento em CBUQ em pavimentos de vias urbanas – Estudo de defeitos no revestimento em uma rua da cidade de Aracaju**. 2017. 72 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju.

SCARANTO, Marcelo. **Procedimentos aplicáveis na definição de medidas para a manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos**. 2007. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**, Editora PINI, 2ª ed., São Paulo, 2008.

SILVA, Luzilene Souza *et al.* **Análise Comparativa entre as técnicas construtivas de Pavimentação empregadas no sistema *Bus Rapid Transit (BRT)* – Belém – PA versus Fortaleza – CE.** *RCT – Revista de Ciência e Tecnologia* v.4, n. 6, 2018

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** São Paulo: Pini, 2008.

SOUZA, M.L. **Pavimentação rodoviária.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1980

VAN DAM, THOMAS J., et al. 2015. **Towards Sustainable Pavement Systems.** Washington DC : US Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2015

VARGAS,M. **Introdução à Mecânica dos Solos.** São Paulo, Editora Mc-Grow Hill do Brasil. 1978.

ZATARIN, A. P. M; ET AL. **Viabilidade da Pavimentação com Asfalto-Borracha.** *Gestão Ambiental Unisul, Florianópolis*, v. 5, n. 2, p. 649-674, out.2016/mar. 2017.