

**CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JOANA DARC DOS SANTOS OLIVEIRA  
JOHN ANDESON DO NASCIMENTO  
MISAEEL BENEVIDES JÚNIOR  
NATHALY MEDEIROS**

**ANÁLISE TEÓRICA DAS PAVIMENTAÇÕES RÍGIDAS E FLEXÍVEIS**

**RECIFE**

**2022**

**JOANA DARC DOS SANTOS OLIVEIRA  
JOHN ANDESON DO NASCIMENTO  
MISAELE BENEVIDES JÚNIOR  
NATHALY MEDEIROS**

**ANÁLISE TEÓRICA DAS PAVIMENTAÇÕES RÍGIDAS E FLEXÍVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dr. Elaine Vaz

RECIFE

2022

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

A532 Análise teórica das pavimentações rígidas e flexíveis / Joana Darc dos  
Santos Oliveira [et al]. - Recife: O Autor, 2022.  
36 p.

Orientador(a): Esp. Elaine Cavalcanti Rodrigues Vaz.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário  
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

Inclui Referências.

1. Pavimentação flexível. 2. Pavimentação rígida. 3. Pavimentos urbanos.  
I. Nascimento, John Andeson do. II. Pessoa Júnior, Misael Benevides. III.  
Medeiros, Nathally Gabrielly Nogueira. IV. Centro Universitário Brasileiro -  
UNIBRA. V. Título.

CDU: 624

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas.  
Pessoas transformam o mundo”.*

Paulo Freire.

## RESUMO

OLIVEIRA, Joana D. S.; NASCIMENTO, John A.; JÚNIOR, Misael B.; MEDEIROS, Nathaly. **Análise das pavimentações Rígidas e flexíveis**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil - Centro Universitário Brasileiro, Recife, 2022.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise entre os pavimentos flexíveis e rígidos. Tendo observado ambos os pavimentos e identificado as características comportamentais de cada um, notou-se a necessidade de aprofundamento dos estudos, buscando identificar possíveis compatibilidades e não compatibilidades, entre os mesmos. Identificando também, de quais formas se comportam estes pavimentos, quando expostos à ações comuns. Bem como mapear as diferentes necessidades de manutenções, em um mesmo espaço de tempo. Uma vez identificada toda e qualquer ação que possa viabilizar novos materiais e projetos, para benefício da sociedade brasileira, se faz necessária a avaliação dos novos e antigos métodos, para que com base em conhecimento técnico e científico, seja possível aperfeiçoar o que já vem sendo feito e alterar o que, por ventura, esteja indo contra o progresso. A metodologia do trabalho consiste em uma análise geral dos dois principais pavimentos utilizados no Brasil. De forma objetiva, realizou-se uma pesquisa descritiva acerca das características destes pavimentos, suas mais diversas patologias e possíveis soluções para os problemas encontrados. Tendo como base referencial: Livros, estudos científicos, trabalhos acadêmicos e outras fontes, este artigo busca orientar técnicos e não técnicos da construção civil, oferecendo-lhes um material de fácil manuseio e entendimento e com capacidade de orientá-los, sobre estruturas, comportamentos e possíveis melhorias na pavimentação brasileira.

**Palavras-chave:** Pavimentação Flexível; Pavimentação Rígida; Pavimentos urbanos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pavimento Rígido, Av. Conde da Boa Vista.....	9
Figura 2: Pavimento Flexível, Trecho BR-101.....	10
Figura 3: Importância da Pavimentação, BR – 116.....	11
Figura 4: Diferenças básicas entre Pavimentos .....	13
Figura 5: Estrutura do pavimento rígido .....	14
Figura 6: Estrutura do pavimento flexível. ....	15
Figura 7: Pavimento rígido x pavimento flexível.....	16
Figura 8: Fissuras.....	23
Figura 9: Trinca transversal.....	23
Figura 10: Trincas longitudinais.....	24
Figura 11: Trincas em malha tipo “couro de jacaré” .....	24
Figura 12: Trincas em malha tipo “bloco” .....	25
Figura 13: Afundamento plástico.....	25
Figura 14: Afundamento de consolidação .....	26
Figura 15: Ondulação ou Corrugação .....	26
Figura 16: Escorregamento.....	27
Figura 17: Exsudação .....	27
Figura 18: Desgaste .....	28
Figura 19: Panela ou Buraco.....	28
Figura 20: Remendo.....	29

## LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

SP- São Paulo

ES – Espírito Santo

PIB – Produto Interno Bruto

SBS – Estireno –Butadieno – Estireno

CNT - Confederação Nacional do Transporte DER - Departamento de Estradas de Rodagem

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	09
2. Referencial Teórico. ....	10
2.1 Estradas brasileiras.....	10
2.2 Asfalto convencional.....	12
2.3 Pavimento: Estrutura e Funcionamento.....	12
2.3.1 Pavimento rígido.....	13
2.3.2 Pavimento semi-rígido.....	14
2.3.3 Pavimento flexível.....	14
2.3.4 Pavimento rígido x pavimento flexível.....	15
2.4 Consequência da falta de manutenção.....	16
2.5 Patologias do asfalto.....	17
2.5.1 Patologias do pavimento flexível e semi-rígido.....	17
2.5.2 Patologias do pavimento rígido.....	19
2.5.3 Principais patologias dos pavimentos brasileiros.....	22
2.5.4 Causas e aspectos das treze principais patologias.....	22
2.5.5 Correção das principais patologias encontradas no Brasil.....	29
2.5.6 Técnicas de restauração.....	31
3 Metodologia.....	34
4 Considerações finais.....	34
Referências.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre pavimentação urbana é antiga e divide opiniões. Engenheiros, políticos, população, entre outros. Cada parcela da sociedade tem sua opinião e testemunho para dar, quando o assunto é esse. Na Cidade do Recife, cerca de 21 (vinte e uma) avenidas são pavimentadas em concreto. São cerca de 1.500.000,00 m<sup>2</sup> (um milhão e quinhentos mil metros quadrados) (SILVA, 2009). Com placas de cerca de 20 cm, estas vias recebem milhares de veículos e pedestres diariamente, uma sobre carga que põe em risco os mais de 50 anos de vida útil de algumas delas. A Avenida Conde da Boa Vista (Figura 1), foi projetada e construída entre os anos de 1955 e 1959 (GASPAR, 2008). “Mesmo com toda sua imponência, a “gigante” Conde da Boa Vista, já é uma idosa” e necessita de constantes intervenções em sua estrutura. Recebendo 107 linhas de ônibus e cerca de 370 mil passageiros por dia, é admirável que a funcionalidade desta avenida, continue com 100% de sua capacidade (SILVA, 2009).

Figura 1: Pavimento Rígido, Av. Conde da Boa Vista, Recife-Pernambuco.



Fonte: Reprodução/TV Jornal.

Se comparada a BR-101 (Figura 2), a Av. Conde da Boa Vista, pode ser considerada um modelo ideal de estrada pavimentada (SILVA, 2009). A BR, que por sua vez recebe a pavimentação flexível, é alvo constante da mídia e recebe críticas de toda a população pernambucana, que precisa fazer uso da mesma. De acordo com o Jornal Folha de Pernambuco (2018), o trecho da BR-101, que corta os Bairros de Prazeres e Pontezinha, ambos pertencentes à Cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE, em um intervalo de 15 anos, precisou de 04 (quatro) grandes restaurações, revelando um problema para os cofres públicos e um custo

benefício, inviável a médio e longo prazo.

Figura 2: Pavimento Flexível, Trecho BR-101. Recife-Pernambuco.



Fonte: Folha de Pernambuco, 2018.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Estradas Brasileiras

Desde muito cedo, a humanidade, percebeu a necessidade de expandir seus territórios e encontrar uma maneira de facilitar seu acesso às áreas cultiváveis e fontes de materiais essenciais à sua subsistência e desenvolvimento (BALBO, 2007). A partir dessa necessidade, o homem deu início à construção de estradas.

Construir estradas é viabilizar acesso ao que antes era inacessível. No Brasil, as grandes estradas como a BR – 116 (**Figura 3**), que liga Fortaleza, no Estado do Ceará, à Jaguarão - Rio Grande do Sol (Fronteira com o Uruguai). Corta 10 Estados do País e faz parte da vida de milhares de brasileiros.

Figura 3: Importância da pavimentação, BR – 116.



Fonte: O Caminhante/Observatório urbano e do transporte coletivo.

De extrema importância no transporte de carga e passageiros, a BR – 116 recebe diferentes nomes e características ao longo de seu percurso (DNIT, 2010). De acordo com o DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, a BR- 116 tem diferentes peculiaridades em cada trecho municipal ou Estadual, além de se moldar aos diferentes tipos de cidades encontradas pelo caminho. Pontes, viadutos, pavimentos flexíveis e rígidos fazem parte dessa longa estrada brasileira. As diversas variações sofridas por esta estrada se dá pela necessidade de se adequar a BR-116, as mais diferentes características de clima, relevo e condições diversas encontradas em seus 4.486 km de extensão.

As boas condições das estradas brasileiras se dão pela manutenção de seus pavimentos. Asfálticos, flexíveis ou rígidos, os pavimentos proporcionam ao país, uma maior qualidade na mobilidade urbana, bem como, possibilita o fácil escoamento dos produtos agrícolas, responsáveis por uma ampla parcela do PIB – Produto Interno Bruto.

O transporte rodoviário desempenha um papel importante na sociedade e na economia brasileira, visto que tem sido a principal alternativa para a movimentação de cargas e pessoas em todo o país. Porém, para que esse transporte seja realizado de forma eficiente, faz-se necessário que o pavimento das rodovias esteja em boas condições (CNT, 2017).

## **2.2 Asfalto Convencional**

Os asfaltos, materiais aglutinantes de cor escura, são derivados do petróleo, tendo como elemento predominante o betume (99,5%). Betume, amplamente utilizado como sinônimo de asfalto é uma substância aglutinante escura composta principalmente por hidrocarbonetos de alto peso molecular, totalmente solúvel em dissulfeto de carbono. Podem ser utilizados em várias aplicações, como por exemplo, em impermeabilizações de construções civis e, principalmente, em obras de pavimentação (ROBERTS et al. 1996).

Os asfaltos podem ser encontrados em jazidas naturais, na forma de bolsões de asfaltos, originados da evaporação das frações mais leves (mais voláteis) do petróleo e aflorados às superfícies em épocas remotas. Atualmente, quase toda produção de asfalto resulta da destilação de petróleo em unidades industriais (refinarias). Em obras de pavimentação, os asfaltos podem ser denominados ligantes asfálticos, cimentos asfálticos ou materiais asfálticos, sendo adotado o termo mais genérico ligante asfáltico, pois aos asfaltos podem ser adicionados produtos que visam melhorar suas propriedades de engenharia (modificadores). O asfalto é um material complexo, tanto do ponto de vista de composição química como de propriedades de engenharia. Apresenta um comportamento viscoso, caracterizado pela diminuição da rigidez para longos períodos de aplicação de carga, e susceptibilidade térmica, caracterizado pela alteração de propriedades (viscosidade, rigidez, consistência) em função da temperatura (ODA, 2000).

## **2.3 Pavimento: Estrutura e Funcionamento**

Bernucci et al. (2006), classifica o pavimento, como sendo: Uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

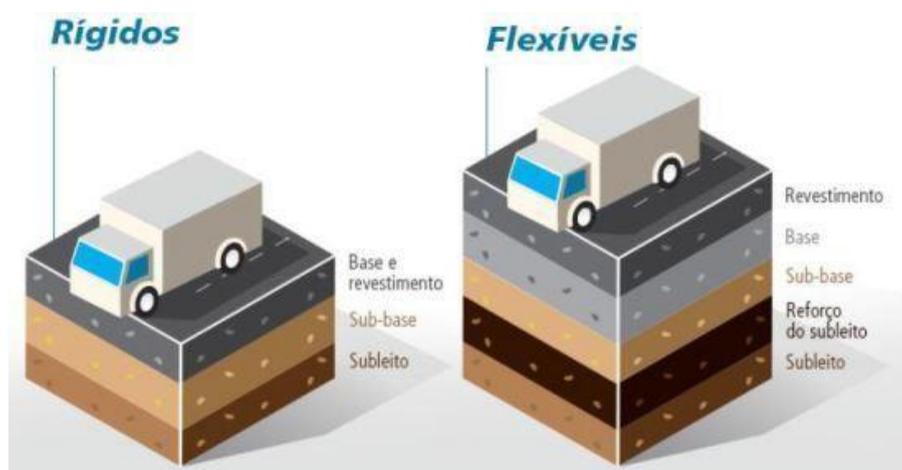
De acordo com Senço (2007), os pavimentos são estruturas que possuem várias camadas, mas é o revestimento que se destina a receber diretamente a

ação climática e a carga de roda dos veículos. Vale ressaltar que essas camadas devem ser resistentes aos esforços verticais e horizontais para que sua destinação seja satisfatória aos requisitos de durabilidade. Sendo assim o modelo de estrutura de um pavimento varia muito devido as características dos materiais utilizados em sua confecção.

De acordo com (MEDINA; MOTTA, 2015). As técnicas construtivas e o conhecimento dos métodos de que se dispõe são importantes fatores a se considerar.

Pavimentos de massa asfáltica são compostos de múltiplas camadas, sendo: Revestimento, base asfáltico, base, sub-base e por fim reforço do subleito, sendo a parte do revestimento que recebe o fluxo de veículos e ações climáticas (**Figura 4**). A escolha do pavimento deve levar em consideração o tipo de tráfego, solo, vida útil dentre outros fatores (Zagonel, 2013).

Figura 4: Diferenças básicas entre Pavimentos Rígidos e Flexíveis



Fonte: Peixoto (2003)

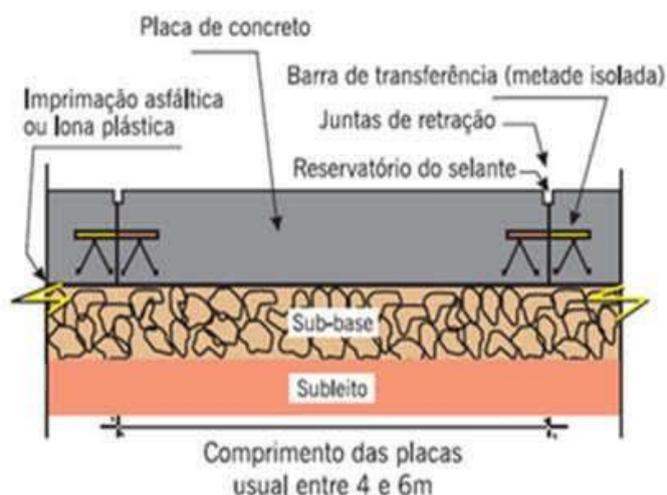
A classificação dos pavimentos basicamente são dois tipos, mas para indicar o tipo de revestimento houve o acréscimo de um terceiro, que é a mistura dos dois primeiros, tornando-se assim três tipos: pavimento rígido, pavimento semirrígido e pavimento flexível. Bernucci et al. (2006).

### 2.3.1 Pavimento Rígido

Pavimentos constituídos basicamente por uma placa de concreto. Seu

revestimento é muito rígido em relação as camadas inferiores, com isso absorve mais as tensões provenientes do carregamento aplicado, tendo como exemplo típico o pavimento constituído por lajes de cimento Portland, como mostra a **Figura 5**.

Figura 5: Estrutura do pavimento rígido.



Fonte: Bernucci (2010).

### 2.3.2 Pavimento Semi-Rígido

Para o DNIT (2006), os pavimentos semi-rígidos, sendo eles caracterizados por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, podendo ser exemplificado por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Segundo Medina (1987), o pavimento semi-rígido é definido quando se tem uma base cimentada sob o revestimento betuminoso. O pavimento reforçado de concreto asfáltico sobre placa de concreto é considerado como pavimento composto.

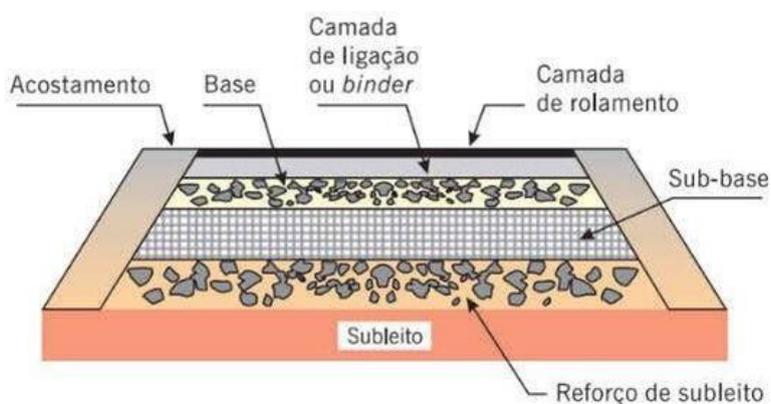
### 2.3.3 Pavimento Flexível

Segundo Medina (1987), o pavimento flexível é constituído por um revestimento betuminoso sobre uma base granular ou de solo estabilizado granulometricamente.

Para o DNIT (2006), os pavimentos flexíveis são aqueles em que todas as

camadas sofrem deformações elásticas significativas sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Tendo como exemplificação o pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica, como mostra a **Figura 6**.

Figura 6: Estrutura do pavimento flexível.



Fonte: Bernucci (2010).

#### 2.3.4 Pavimento Rígido X Pavimento Flexível

Segundo Araújo (2016), os pavimentos rígidos e flexíveis, tem algumas características que os diferenciam, tendo como pontos primordiais na sua diferenciação a sua estrutura, a resistência a ataques químicos, a visibilidade horizontal, a necessidade de manutenção, a aderência e a vida útil, como pode ser observado na **Figura 7**.

Figura 7: Pavimento rígido x pavimento flexível.

PAVIMENTOS RÍGIDOS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS
Estruturas mais delgadas de pavimento.	Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas.
Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis).	É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis).
Maior distância de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança.	A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas.
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções.	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados.
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade.	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável).
Vida útil mínima de 20 anos.	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção).

Fonte: ARAÚJO (2016)

## 2.4 Consequência da falta de manutenção

Ainda segundo Bernucci (2008), do ponto de vista do usuário, o estado da superfície do pavimento é o mais importante, pois os defeitos ou irregularidades nessa superfície são percebidos uma vez que afetam seu conforto. Quando o conforto é prejudicado, significa que o veículo também sofre mais intensamente as consequências desses defeitos. Essas consequências acarretam maiores custos operacionais, relacionados a maiores gastos com peças de manutenção dos veículos, com consumo de combustível e de pneus, com o tempo de viagem etc. (BERNUCCI, 2008)

De acordo com a CNT (2014), a falta de manutenção regularmente é o principal motivo da má qualidade das rodovias, que oferece riscos para todos os usuários, mas principalmente aos que trafegam com veículos de cargas perigosas.

Resulta também em custos mais elevados nas operações dos veículos e restauração dos pavimentos, para reverter esse cenário decorrente de um processo de deterioração é preciso soluções técnicas mais sólidas e custosas. Devido à importância do transporte rodoviário no Brasil, para a movimentação de bens e pessoas, é fundamental que existam investimentos contínuos, para a manutenção, recuperação e ampliação da malha rodoviária pavimentada (CNT,

2004).

Segundo a norma do DNIT 005/2003-TER (2003), as patologias nos pavimentos distintos podem ser vistas a olho nu, pois ocorrem na superfície dos pavimentos, sendo classificadas segundo termos específicos normatizados, onde a partir de sua avaliação prévia do estado de conservação pode-se definir soluções técnicas adequadas para cada tipo de defeito.

## **2.5 Patologias do Asfalto**

Para o DNIT (2006), as patologias do asfalto podem ser classificadas como: estruturais e funcionais. Sendo os estruturais associados à diminuição da capacidade do pavimento de suportar cargas, em perder sua integridade estrutural. Já os funcionais estão relacionados às condições de segurança e trafegabilidade do pavimento em termos de rolamento.

### **2.5.1 Patologias do pavimento flexível e semi-rígido**

Ainda segundo a norma do DNIT 005/2003 – TER (2003), as patologias dos pavimentos flexíveis e semi-rígidos podem ser definidas dentro de alguns grupos e subgrupos, sendo eles: fendas, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco e remendo. A seguir a definição de cada um deles, segundo DNIT 005/2003 – TER (2003).

As fendas têm como características qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, conforme adiante descrito. Onde este tipo de defeito tem como subgrupos as fissuras (são fendas de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m), fendas que ainda não causam problemas funcionais no revestimento, não sendo consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície e trincas (fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada).

As trincas são subdivididas em trincas isoladas e trincas interligadas, sendo

as isoladas composta pela trinca transversal Isolada, que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via.

Quando apresentar extensão de até 100 cm será denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca transversal longa, a trinca longitudinal isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm será denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca longitudinal longa e a trinca de retração isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.

A trinca interligada é composta pela trinca tipo “Couro de Jacaré” (Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas) e a trinca tipo “Bloco” (Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas).

Os afundamentos são deformações permanentes caracterizadas por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. Esta tendo como subgrupos o afundamento plástico (causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda) eo afundamento de consolidação (causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda).

A ondulação ou corrugação tem como características a deformação com ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

O escorregamento pode ser definido como deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

A exsudação é caracterizada pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.

O desgaste é o efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

A panela ou buraco é caracterizada pela cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

O remendo surge a partir panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. Este sendo subdividido em remendo profundo (que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular) e remendo superficial (correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa).

## 2.5.2 Patologias do pavimento rígido

Já para os pavimentos rígidos a norma DNIT 061/2004 – TER define as patologias dentro de alguns grupos e subgrupos, representados por: Alçamentode placas, fissuras de canto, placa dividida, escalonamento ou degrau nas juntas, falha na selagem das juntas, desnível pavimento – acostamento, fissuras lineares, grandes reparos, pequenos reparos, desgaste superficial, bombeamento, quebras localizadas, passagem de nível, fissuras superficiais (rendilhado) e escamação, fissuras de retração plásticas, esborcinamento ou quebra de canto, esborcinamento de juntas, placa “bailarina”, assentamento e buracos. A seguir a definição de cada um deles, segundo DNIT 061/2004 – TER (2004):

- O alçamento de placas é caracterizada pelo desnivelamento das placas nas juntas ou nas fissuras transversais e eventualmente, na proximidade de canaletas de drenagens ou de intervenções feitas no pavimento;

- A fissura de canto é a fissura que intercepta as juntas a uma distância menor ou igual à metade do comprimento das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal e transversal), medindo-se a partir do seu canto. Esta fissura geralmente atinge toda a espessura da placa;
- A placa dividida é caracterizada quando a placa apresenta fissuras dividindo-a em quatro ou mais partes;
- O escalonamento ou degrau nas juntas caracteriza-se pela ocorrência de deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta;
- A falha na selagem das juntas é qualquer avaria no material selante que possibilite o acúmulo de material incompressível na junta ou que permita a infiltração de água (rompimento, por tração ou compressão, extrusão do material, crescimento de vegetação, endurecimento (oxidação) do material, perda de aderência às placas de concreto e quantidade deficiente de selante nas juntas);
- O desnível pavimento – acostamento é o degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento, geralmente acompanhado de uma separação dessas bordas;
- As fissuras lineares são fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de “placa dividida” (fissuras transversais que ocorrem na direção da largura da placa, perpendicularmente ao eixo longitudinal do pavimento; fissuras longitudinais que ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento e fissuras diagonais, que são fissuras inclinadas que interceptam as juntas do pavimento a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas);
- Os grandes reparos são caracterizados como áreas do pavimento original maior que  $0,45\text{m}^2$ , que foi removida e posteriormente preenchida com um material que serviu como enchimento;
- Os pequenos reparos são caracterizados como áreas do pavimento original menor ou igual a  $0,45\text{m}^2$ , que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento;
- O desgaste superficial é o deslocamento da argamassa superficial,

fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento, e com o tempo fiquem com a sua superfície polida;

- O bombeamento caracteriza-se pela expulsão de finos plásticos existentes no solo de fundação do pavimento, através das juntas, bordas ou trincas, quando da passagem das cargas solicitantes. Os finos bombeados tem a forma de uma lama fluida, sendo identificados pela presença de manchas terrosas ao longo das juntas, bordas ou trincas;
- As quebras localizadas são áreas das placas que se mostram trincadas e partidas em pequenos pedaços, tendo formas variadas, situando-se geralmente entre uma trinca e uma junta ou entre duas trincas próximas entre si (em torno de 1,5m);
- A passagem de nível são defeitos que ocorrem em passagens de nível, consistindo de depressões ou elevações próximas aos trilhos;
- As fissuras superficiais (rendilhado) e escamação são fissuras capilares que ocorrem apenas na superfície da placa, tendo profundidade entre 6 mm e 13mm, que apresentam a tendência de se interceptarem, formando ângulos de 120°. A escamação caracteriza-se pelo descolamento da camada superficial fissurada, podendo, no entanto, ser proveniente de outros defeitos, tal como o desgaste superficial;
- As fissuras de retração plástica são fissuras pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado. Sua incidência costuma ser aleatória e elas se desenvolvem formando ângulo de 45° a 60° com o eixo longitudinal da placa;
- O esborcinamento ou quebra de canto são quebras que aparecem nos cantos das placas, tendo forma de cunha, que ocorrem em uma distância não superior a 60 cm do canto;
- O esborcinamento de juntas se caracteriza pela quebra das bordas da placa de concreto (quebra em cunha) nas juntas, com o comprimento máximo de 60 cm, não atingindo toda a espessura da placa;
- A placa “bailarina” caracteriza-se pela movimentação vertical é visível sob a ação do tráfego, principalmente na região das juntas.
- O assentamento caracteriza-se pelo afundamento do pavimento, criando ondulações superficiais de grande extensão, podendo ocorrer que o pavimento

permaneça íntegro;

- Os buracos são reentrâncias côncavas observadas na superfície da placa, provocadas pela perda de concreto no local, apresentando área e profundidade bem definidas.

- 

### 2.5.3 Principais patologias dos pavimentos brasileiros

Segundo a CNT (2018), os treze principais defeitos dos pavimentos encontrados nas rodovias brasileiras são patologias ligadas a pavimentos asfálticos (Fissuras, Trincas transversais, longitudinais, em malha tipo “escama de jacaré”, malha tipo bloco, Afundamento plástico, de consolidação, Ondulação ou Corrugação, Escorregamento, Exsudação, Desgaste, Panela e Remendo).

Sendo então comuns em pavimentos flexíveis ou semi-rígidos, pois sua vida útil, com manutenção, pode durar de 8 a 12 anos, vida útil menor que os pavimentos rígidos que podem durar de 25 a 30 anos, tendo as manutenções devidas, segundo a CNT (2017).

Outro fator que se pode levar em consideração para essa maior incidência de patologias nesses tipos de pavimentos é o fato de que os pavimentos flexíveis e semi-rígidos necessitam de uma manutenção frequente e mais complexa se comparada com os pavimentos rígidos, segundo a CNT (2017).

### 2.5.4 Causas e aspectos das treze principais patologias

Segundo a CNT (2018), essas treze patologias mais encontradas têm como principais causas:

- Fissuras - má dosagem do asfalto, excesso de finos (ou material de enchimento) no revestimento; compactação excessiva ou em momento inadequado. **Figura 8.**

Figura 8: Fissuras.



Fonte: Sintralog (2018)

- Trinca transversal - contração da capa asfáltica causada devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada. **Figura 9.**

Figura 9: Trinca transversal.



Fonte: Sintralog (2018)

- Trincas longitudinais - má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego; recalque diferencial; contração de capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada. **Figura 10.**

Figura 10: Trincas longitudinais.



Fonte: Sintralog (2018)

- Trincas em malha tipo “couro de jacaré” - colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego; subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento; baixa capacidade de suporte do solo; envelhecimento do pavimento (fim da vida); asfalto duro ou quebradiço. **Figura 11.**

Figura 11: Trincas em malha tipo “couro de jacaré”.



Fonte: DNIT 005/2003-TER (2003)

- Trincas em malha tipo “bloco” - contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas; baixa resistência à tração da mistura asfáltica. **Figura 12.**

Figura 12: Trincas em malha tipo “bloco”.



Fonte: Sintralog (2018)

- Afundamento plástico - fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito; falha na dosagem de mistura asfáltica - excesso de ligante asfáltico; falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante. **Figura 13.**

Figura 13: Afundamento plástico.



Fonte: Sintralog (2018)

- Afundamento de consolidação - 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 ou problemas de drenagem. **Figura 14.**

Figura 14: Afundamento de consolidação.



Fonte: Sintralog (2018)

- Ondulação ou Corrugação - falta de estabilidade da mistura asfáltica; excessiva umidade do solo subleito; contaminação da mistura asfáltica; falta de aeração das misturas líquidas de asfalto. **Figura 15.**

Figura 15: Ondulação ou Corrugação.



Fonte: Sintralog (2018)

- Escorregamento - falhas construtivas e de pintura de ligação provocando estruturas de formatos diferentes. **Figura 16.**

Figura 16: Escorregamento.



Fonte: Sintralog (2018)

- Exsudação - excessiva quantidade de ligante; baixo conteúdo de vazios.

**Figura 17.**

Figura 17: Exsudação.



Fonte: Sintralog (2018)

- Desgaste - falhas de adesividade ligante-agregado; presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante; deficiência no teor de ligante; problemas executivos ou de projeto de misturas. **Figura 18.**

Figura 18: Desgaste.



Fonte: Sintralog (2018)

- Panela ou Buraco - trincas de fadiga (processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo); desintegração localizada na superfície do pavimento; deficiência na compactação; umidade excessiva em camadas de solo; falha na imprimação. **Figura19.**

Figura 19: Panela ou Buraco.



Fonte: Sintralog (2018)

- Remendo - carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente; má construção. **Figura 20.**

Figura 20: Remendo.



Fonte: Sintralog (2018)

#### 2.5.5 Correção das principais patologias encontradas no Brasil

Segundo Bernucci (2010), para se corrigir as patologias encontradas leva-se em consideração na avaliação do pavimento à observação da sua superfície e a sua estrutura. Os principais dados considerados na avaliação são: área trincada e severidade do trincamento, deformações permanentes, irregularidade longitudinal e verificação da tolerância do pavimento em relação à carga. Após a avaliação define-se se a restauração é de cunho funcional ou estrutural.

Há basicamente dois tipos de restaurações para pavimentos asfálticos, a restauração asfáltica funcional, e a restauração asfáltica estrutural. Tendo como requisito para a restauração funcional superficial a utilização de revestimentos isolados ou combinados e antecedidos ou não por uma remoção de parte do revestimento antigo por fresagem: lama asfáltica, tratamento superficial ou duplo, microrrevestimento asfáltico a frio ou a quente, concreto asfáltico, mistura do tipo de camada porosa de atrito. Já a restauração asfáltica estrutural é definida quando existe comprometimento estrutural ou aumento do tráfego em determinada região é necessário fazer restauração ou reforço que incorporando novas camadas à estrutura e/ou tratamento das já existentes, segundo Bernucci (2010).

Ainda segundo o mesmo autor, os revestimentos geralmente utilizados como recapeamento são o concreto asfáltico, o SMA (como camada de rolamento para resistir a deformações permanentes em vias de tráfego pesado), misturas descontínuas e o pré-misturado a quente sendo que nestes são empregados cimentos asfálticos convencionais, modificados por polímeros ou modificados por

borracha moída de pneus. Podendo ser utilizados isoladamente ou combinados.

De acordo com a NORMA DNIT 154/2010 – ES, o procedimento de recuperação de defeitos de patologias em pavimentos asfálticos obedece a variação entre remendos superficiais e remendos profundos.

Os remendos superficiais seguem aos seguintes critérios, segundo DNIT 154/2010 (2010), a saber:

1. Os remendos superficiais são executados para selar, provisoriamente, as trincas superficiais, evitando a penetração da umidade no interior do pavimento, impedindo maiores degradações. Este tipo de reparo pode ser executado através da aplicação de capa selante ou de uma fina camada de material asfáltico e agregado miúdo, misturados em usina;
2. Aplica-se a capa selante em segmentos cujas trincas não apresentem uma largura superior a 3 mm;
3. Para preparar adequadamente a área onde deve ser aplicado o remendo, corta-se o revestimento existente, inicialmente formando uma vala em torno da área degradada, a fim de proporcionar bordas verticais formando os limites da área a ser reparada;
4. A área é varrida e limpa, usando-se vassouras ou jato de ar comprimido, caso necessário;
5. Sobre a superfície deve ser aplicada emulsão asfáltica de ruptura rápida, na taxa de 0,5 l/m<sup>2</sup>, devendo ser aumentada caso as fendas absorvam mais ligante que o previsto;
6. Espalhar o agregado de cobertura imediatamente após a aplicação da emulsão. Recomendando-se a utilização de material compreendido entre as peneiras de 3/8" e nº 10;
7. Logo a seguir, iniciar a compressão com rolo pneumático, ou eventualmente utilizar passagens do pneumático do caminhão transportador do agregado de cobertura;
8. A abertura ao tráfego deve ser permitida, somente, após a ruptura da emulsão;
9. Nos remendos superficiais a serem executados nas áreas que apresentam trincas com mais de 3 mm de largura deve ser empregada mistura asfáltica a quente.

Os remendos profundos têm como critérios os seguintes procedimentos, segundo DNIT 154/2010 (2010), a saber:

1. Os remendos profundos visam executar reparos no pavimento em caráter permanente, devendo-se remover todo material constituinte do pavimento na área degradada até a profundidade considerada necessária, podendo eventualmente incluir o subleito;
2. No entorno da área degradada deve ser aberto um corte para possibilitar a obtenção de bordas verticais. O corte do pavimento deve estender-se, pelo menos, à distância de 30 cm da parte não afetada;
3. As faces verticais da abertura devem receber a pintura de ligação, de preferência utilizando emulsão asfáltica de ruptura rápida. Caso o fundo da abertura atinja camada da base de material granular, integrante da estrutura do pavimento, deve ser procedida limpeza rigorosa e a imprimação antes de receber a mistura asfáltica;
4. O preenchimento da cava é realizado mediante a utilização de mistura asfáltica a quente, de graduação densa, cuidadosamente espalhada para evitar desagregação, e compactada com rolo pneumático, placa vibratória ou, para serviços de pequeno porte, utilizar os pneumáticos do caminhão transportador;
5. No caso de não haver disponibilidade de material a quente, pode ser usada mistura asfáltica a frio, utilizando-se como ligante, emulsão asfáltica de ruptura média. Adotam-se os demais procedimentos recomendados anteriormente.

#### 2.5.6 Técnicas De Restauração

Dentro desses dois tipos de restauração, há algumas técnicas apropriadas a depender do tipo de patologia existente.

Para Motta (2017), reparos em patologias do tipo fendas se pode indicar como técnicas, a capa selante, a lama asfáltica, o tratamento superficial e microrevestimento asfáltico, assim como também as trincas.

Para Yoshizane (2005), a capa selante é a atividade que consiste na aplicação apenas de ligante asfáltico ou de ligante com a presença de agregados sobre a superfície do pavimento, tendo como finalidade rejuvenescer o revestimento asfáltico, restabelecer o coeficiente de atrito pneu-pavimento, selar

trincas com pequena abertura, impedir a entrada de água na estrutura do pavimento e retardar o desgaste causado por intemperismo.

Segundo o DNIT (2009), a lama asfáltica consiste na associação de agregado mineral, material de enchimento (fíler), emulsão asfáltica e água, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada.

O tratamento superficial é um revestimento flexível de espessura pequena, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado, em operação simples ou múltipla em comboio de forma quase simultânea, onde o denominador comum para essa família de revestimentos é a modalidade de aplicação: por espalhamento de materiais, separadamente e o envolvimento do agregado pela penetração do ligante, que pode ser direta ou invertida, podendo ser classificados em tratamento superficial simples, duplo ou triplo (TEXEIRA, 2012).

Segundo a norma DNIT 035/2004 – ES, microrrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero, consiste na associação de agregado, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica modificada por polímero do tipo SBS, água, aditivos se necessários, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada.

Já o microrrevestimento asfáltico a quente é uma mistura composta de agregado mineral graduado, cimento asfáltico modificado por polímero e, se necessário, material de enchimento, fíler, e melhorador de adesividade, sendo espalhada e compactada a quente. O microrrevestimento asfáltico a quente pode ser empregado como camada de selagem inibidora de trincas, impermeabilização, rejuvenescimento ou como camada antiderrapante de pavimentos (DERSP, 2006).

Quando o problema encontrado no pavimento for afundamento, escorregamento ou ondulações/corrugações recomenda-se como técnicas para reparo o recapeamento e a fresagem, segundo Teixeira (2012).

Para a norma DNIT 159/2011-ES, a fresagem é a operação em que é realizado o corte ou desbaste de uma ou mais camada(s) do pavimento asfáltico, por processo mecânico.

O recapeamento é a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o

pavimento já existente, incluindo, geralmente, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguida de uma camada com espessura uniforme, (Rocha, 2010 apud Teixeira, 2012).

Para Teixeira (2012), a recuperação de panelas pode ser feita por meio de remendos, desde que estes sejam bem executados. Será superficial se o defeito é encontrado em pequena proporção, ou em outras palavras, se ainda não atingiu a base, sub-base ou subleito, e será profundo em caso contrário. Será executado através de um corte reto no revestimento (normalmente formando um retângulo), formando um ângulo de 90° com a superfície, mas evitando o desmoronamento do revestimento. Em seguida será imprimado todo o local, inclusive nas bordas do corte para selar trincas e depois será aplicado novo pavimento, para a recuperação da superfície, ou, no caso de recuperação profunda, todas as camadas do pavimento. Caso os remendos sejam executados de maneira inadequada os mesmos serão outro problema a serem solucionados requerendo sua remoção e execução correta da técnica.

Ainda segundo o autor, para desgaste em casos de menor intensidade, utilizase a lama asfáltica, porém deve-se analisar a estrutura do pavimento. No caso em que a estrutura se encontra muito comprometida, deve-se fazer no trecho afetado a remoção do pavimento e reconstrução da base, sub-base, e uma repavimentação, com procedimento semelhante ao de recuperação de panelas.

Para Gonçalves (1999), tem-se como recomendações para a conservação do pavimento:

1. Espalhamento e cravação, por rolo compressor pesado, de agregado pré-aquecido;
2. Aquecimento do ligante exsudado, por raios infravermelhos, e aplicação de agregado complementar;
3. Aplicação de solvente especial e agregado pré-envolvido por pequena taxa de ligante betuminoso;
4. Remoção do ligante exsudado por jato de areia ou de ar quente (aproximadamente 160 0 C);
5. Aplicação de tratamento superficial.

Para Nascimento (2010), como a exsudação é causada pela migração do asfalto para a superfície do pavimento, resultando num pavimento escorregadio, se

recomenda para a solução do problema a remoção do pavimento com a reconstrução da mesma a partir de revestimento asfáltico a frio.

### **3. METODOLOGIA**

O presente estudo foi organizado em forma de revisão bibliográfica. Segundo Pizzani et al (2012), a revisão bibliográfica é uma revisão realizada sobre as fundamentais teorias que norteiam um trabalho científico, uma revisão conhecida também como levantamento bibliográfico, que deve ser realizadas em livros, periódicos, artigo de jornais, sites de internet e outras fontes. A pesquisa de cunho bibliográfico aborda características dos aspectos práticos para o embasamento do tema, onde se tomou como base o levantamento de informações encontradas na literatura especializada, tais como: trabalhos científicos, trabalhos monográficos (TCC, dissertações e teses), livros e revistas. (GONÇALVES, 2004).

A opção pela pesquisa bibliográfica se deu pela necessidade de elaboração de um trabalho científico com esse conteúdo. Para a produção deste trabalho foram utilizados: artigos de revistas, teses, dissertações, livros e pesquisas nos sites de busca, como o Google Acadêmico. Não houve corte temporal. Foi utilizada apenas a língua portuguesa.

### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como considerações finais, optou-se em destacar a amplitude de materiais referentes à pavimentação encontrados nos acervos técnicos do Brasil. São inúmeros artigos, trabalhos de conclusões de cursos e pesquisas científicas, voltadas para este tema. Contudo, após a avaliação de alguns destes “arquivos”, torna-se inerente à pergunta: Por que existem tantos problemas com as estradas brasileiras? Durante todo o trabalho de pesquisa, notou-se que o “campo de pavimentação” apresenta-se com diferentes características e observações, a cerca de que parcela da sociedade trata do assunto.

Para os agricultores: pavimentação é vida, economia, é comida no prato. Para engenheiros e técnicos da construção civil: pavimentação é progresso, é

tornar acessível o que antes parecia impossível. Para os gestores municipais, estaduais e federais: pavimentação é dor de cabeça, é sinônimo de problemas diários e grande pivô das críticas sociais. Em relação a estas críticas sociais, o grande vilão das prefeituras municipais já foi citado neste trabalho: A panela ou buraco, uma das treze patologias mais corriqueiras na pavimentação flexível brasileira, é “inimiga das chuvas, das altas temperaturas, e dos mais de 74 milhões de condutores habilitados deste País”.

Entendendo estes problemas diários como grandes geradores de altos custos para os cofres públicos e privados, entendeu-se que a reestruturação das estradas brasileiras, é a principal solução para os problemas encontrados. Existem estudos, observações e entendimentos de onde surgem as principais patologias, bem como, de que tipo de pavimentação vem os principais, constantes e custosos problemas. Desta forma, apenas uma grande avaliação de todas as estradas deste País, baseada nas características e necessidades de cada trecho, para que medidas de correções definitivas fossem tomadas, mudaria, efetivamente, a atual situação de nossos pavimentos.

## REFERÊNCIAS

BERNUCCI, L.B. et al. **Pavimentação asfáltica**: Formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: Abeda, 2008. 63 p. Disponível em: [vimentacao/files/2018/03/Cap-9-Diagn%C3%B3stico-de-defeitosavalia%C3%A7%C3%A3o-funcional-e-de-ader%C3%Aancia.pdf](#). Acesso: julho/2022.

BERNUCCI, L.B. et al. **Pavimentação asfáltica**: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006. 504p. Disponível em: <http://www.abeda.org.br/livro-pavimentacao/> Acesso: julho/2022.

CNT. **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**. 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>. Acesso: julho/2022.

DNIT. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia**. Disponível em. [http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/terminologia-ter/dnit005\\_2003\\_ter.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/terminologia-ter/dnit005_2003_ter.pdf) Acesso: julho/2022.

DNIT. NORMA DNIT 154/2010 - ES **Pavimentação asfáltica** – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos - Especificação de serviço. 2010. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_154\\_2010\\_es-](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_154_2010_es-)

1.pdf Acesso: julho/2022.

DYNATEST. **Tipos de Patologias do Asfalto em Rodovias**. Disponível em: <http://dynatest.com.br/tipos-de-patologia-do-asfalto-em-rodovias/> Acesso: julho/2022.

GASPAR, L. Avenida Conde da Boa Vista (Recife, PE). In: Pesquisa Escolar. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2008. Disponível em: <https://pesquisaescolar.fundaj.gov.br/pt-br/artigo/avenida-conde-da-boa-vista/>. Acesso: julho/2022.

GONÇALVES, H.A.G. **Manual de Projetos de Pesquisa Científica**. Reimp. São Paulo: Avercamp, 2004.

MAIA, I.M.C. Caracterização de patologias em pavimentos rodoviários. 2012. 97 f. Dissertação (**Mestrado**) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2012. Disponível em: [https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/00015485\\_9.pdf](https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/00015485_9.pdf) Acesso: julho/2022.

NASCIMENTO, G.V. **Soluções técnicas para pavimentação**: 2010. Disponível em: PAVIMENTAÇÃO URBANA: SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA PAVIMENTAÇÃO ([geraldo-pavimentandofoz.blogspot.com](http://geraldo-pavimentandofoz.blogspot.com)) Acesso: julho/2022.

NORMA DNIT 154/ 2010 – Es **Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos** - Especificação de serviço. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_154\\_2010\\_es-1.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_154_2010_es-1.pdf) Acesso: julho/2022.

PEIXOTO, F. **Generalidades da pavimentação Rodoviária**. Rio Claro, 2003.

PIZZANI, L. et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Rev. Dig. Bibl. Ci. Inf.**, Campinas, v.10, n.1, p.53-66, jul./dez. 2012.

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, 2017. Disponível em Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível ([nucleodoconhecimento.com.br](http://nucleodoconhecimento.com.br)) Acesso: julho/2022.

ROCHA, C.F. O transporte de cargas no Brasil e sua importância para a economia. 2015. 71 f. TCC (**Graduação**) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3003/O%20Transpo> Acesso: julho/2022.

SILVA, Á.U.D. et al. **Patologias do Asfalto: Processos para Prevenir e Corrigir Deteriorações**. Disponível em: PATOLOGIAS DO ASFALTO: PROCESSOS PARA PREVENIR E CORRIGIR DETERIORAÇÕES- PDF Free Download ([docplayer.com.br](http://docplayer.com.br))

SILVA, O.G. **Acompanhamento de recuperação estrutural de pavimento urbano de concreto e análise do material utilizado**. 2009. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5072/1/arquivo2266\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5072/1/arquivo2266_1.pdf) Acesso: julho/2022.

TEIXEIRA, L.H.B.; ARAÚJO, O.C.C. **Estudo das Vantagens do Asfalto-borracha em Relação ao Asfalto Convencional**. 2018. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, AnápolisGO, 2018. Disponível em: [http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/100/1/2018\\_1\\_TCC\\_Luan%20e%20Otavio.pdf](http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/100/1/2018_1_TCC_Luan%20e%20Otavio.pdf). Acesso: julho/2022.