Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v5,2023/05
ISSN 2178-6925

# ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA PAVIMENTACÃO DO PERíMETRO URBANO DA BR – 116 EM TEÓFILO OTONI

# ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN THE PAVING OF THE URBAN PERIMETER OF BR – 116 IN TEÓFILO OTONI

**Emerson Chaves Coimbra**

Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: chavescoimbraemerson@gmail.com

**Luis Felipe Esteves Ribeiro**

Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: luisfelipe2276@hotmail.com

**Magno Luiz Soares Couy**
Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: magno.couy@gmail.com

**Recebimento 28/03/2023 Aceite 08/05/2023**

## Resumo

As patologias são a principal problemática do sistema rodoviário brasileiro, que apesar de ser o principal meio de transporte de cargas e passageiros no Brasil, encontra-se muitas vezes sob más condições de conservação, devido sua exigência acima de sua capacidade de suporte e por não receber manutenção periódica em sua estrutura. No trecho da BR-116 compreendido entre os km 274 e 278 localizados no perímetro urbano de Teófilo Otoni é notória a da falta de manutenção na via, evidênciada pela apresentação de manifestações patológicas dos mais diversos tipos. Frente isto, a presente pesquisa, analisou e identificou as manifestações patológicas presentes no trecho em questão. Assim este trabalho de apontamento das patologias, realiza um estudo preliminar do pavimento, ficando a cargo do Departamento Nacional de Infraestrutura do transporte (DNIT), orgão responsável orgão responsável pela via, a realização da manutenção preventiva e corretiva da via.

**Palavras-chave:** Patologias; Pavimento; BR-116.

## Abstract

Pathologies are one of the main problems of the Brazilian road system. This, despite being the main means of transporting cargo and passengers in Brazil, is often in poor condition, because it is required above its support capacity and does not receive periodic maintenance in its structure. In the stretch of BR-116 between km 274 and 278 located in the urban perimeter of Teófilo Otoni, the lack of maintenance on the road is notorious, evidenced in the form of pathological manifestations of the most diverse types. Faced with this, the present research, analyzed and identified as pathological manifestations present in the section in question. Thus, this work of pointing out the pathologies, carrying out a preliminary study of the pavement, being in charge of the National Transport Infrastructure Department (DNIT), responsible body, responsible for the track, carrying out preventive and corrective maintenance of the track.

**Palavras chaves:** Pathologies; Pavement; BR-116.

## 1. Introdução

O modal rodoviário é o principal instrumento de transporte utilizado no Brasil para o escoamento de cargas e fluxo de passageiros. O plano nacional de logística (PNL), estima que cerca de 65% das mercadorias do país têm seu transporte realizado pela malha rodoviária (PNL, 2018).

Segundo a companhia nacional de transporte – CNT (2019), atualmente, o Brasil conta com 1.720.909 quilômetros de rodovias, sendo 213.500 km pavimentados, dos quais segundo a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto (Abeda),

aproximadamente 90% são pavimentados com revestimento asfáltico.

O principal objetivo da pavimentação das vias, é garantir e permitir o tráfego constante e seguro a qualquer momento, independente das condições ambientais e climáticas. Porém, assim como a falta de pavimentação afeta diretamente na capacidade da via, a falta de manutenção também pode comprometer a sua qualidade. Estima-se que 61,8% das rodovias pavimentadas do país apresentam alguma problemática, que as classificam como regulares, ruins ou péssimas (CNT, 2019).

Diante da grande solicitação da malha rodoviária do país, somada à falta de manutenção preventiva e corretiva dos pavimentos, as rodovias brasileiras apresentam diversas patologias em sua superfície, por isso faz-se necessária a fiscalização das vias ao longo de toda sua vida útil, para que seja possível identificar e reparar as patologias antes que elas comprometam a sua qualidade.

Considerando todos os fatos citados, somados à importância da BR–116 para o transporte brasileiro, esta pesquisa analisará o trecho da rodovia que corta o município de Teófilo Otoni-Mg, em busca de identificar patologias em seu pavimento e suas possíveis causas, propondo ainda medidas preventivas e corretivas para elas.

## 2. Revisão da literatura

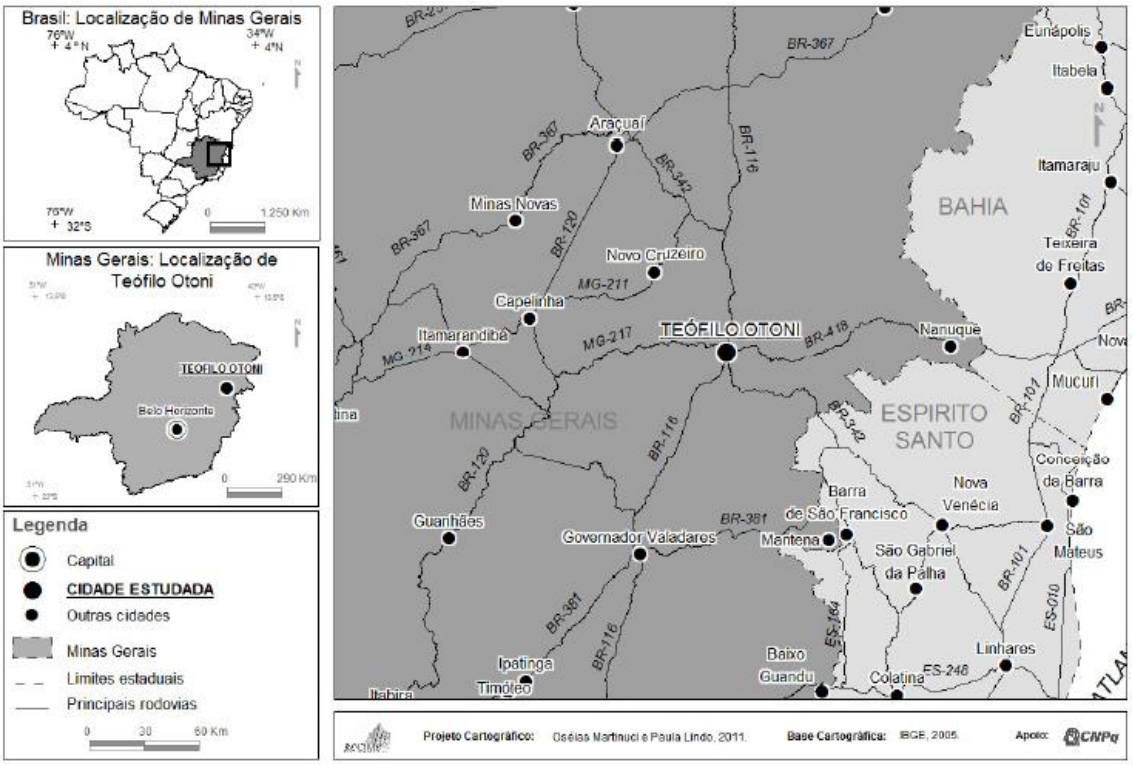
### 2.1 A cidade de Teófilo Otoni e a BR-116

Distante 446 km da capital mineira, Belo Horizonte, Teófilo Otoni está situada à nordeste do estado de Minas Gerais. Com uma população estimada de 141.269 habitantes e um PIB per capta de R$ 19.873,45 Teófilo Otoni é o polo da mesorregião do Vale do Mucuri onde está inserida (IBGE, 2021).

A cidade apresenta uma posição geográfica privilegiada, próxima da tríplice divisa entre os estados de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo e por isso é cortada por duas rodovias federais a BR-418 que liga BR-116 à BR-101 no sul da Bahia e a BR-116,

A BR-116 é uma rodovia longitudinal que corta o Brasil do sul ao Nordeste, ligando Rio Grande do Sul ao Ceará. Com aproximadamente 4.600 km de extensão, ela é a maior rodovia totalmente pavimentada do Brasil. O trecho que corta a cidade de Teófilo Otoni ligando Ceará ao Rio de Janeiro, é popularmente conhecido como Rio-Bahia ou Santos Dumont.

**Figura 01: Situação geográfica de Teófilo Otoni**




Fonte: Batella, 2014.

## 2.2 A importância da pavimentação

De acordo com o manual de pavimentação, DNIT (2006), o pavimento é uma superestrutura constituída por um sistema com diferentes camadas assentes sobre um terreno de fundação denominado de subleito. Ele é responsável por suportar e distribuir os esforços horizontais exercidos pelo deslocamento dos veículos sobre as vias, melhorando as condições de rolamento da pista e proporcionando maior comodidade e segurança aos usuários.

O seu desempenho e conservação depende de vários fatores, como o material utilizado em sua superfície de rolamento e demais camadas, suas propriedades físicas, condições ambientais, tráfego presente etc.

A pavimentação apresenta-se como uma forma viável para duração das estradas, mesmo em trabalhos que não envolvem veículos de rolamento necessariamente, visto que uma das primeiras estradas a serem pavimentadas não se destinaram veículos com rodas, mas a trenós utilizados para o transporte de cargas para a construção das pirâmides do Egito entre 2600 e 2400 a.c. (BERNUCCI et. al., 2006, p. 11)

O final do século XIX mudou o cenário da pavimentação, a criação da pavimentação asfáltica em 1870, seguida pelo surgimento dos veículos a motor em 1885, aumentou a necessidade por melhores estradas e apresentou um novo material que futuramente dominaria a pavimentação no mundo (BERNUCCI, 2006).

Hoje a pavimentação de suas rodovias é pré-requisito para o desenvolvimento de uma nação. A produção e comércio de qualquer produto exige transporte eficiente de matérias primas e de produtos acabados, e embora exista outros meios de transporte o modal rodoviário ainda é o principal meio de transporte utilizado.

## 2.3 Definições e caracteristicas do pavimento asfáltico

Os pavimentos asfálticos são conhecidos como um pavimento flexível, pois quando submetidos a um carregamento, todas as suas camadas sofrem deformação elástica distribuindo proporcionalmente a carga entre as camadas (DNIT, 2006).

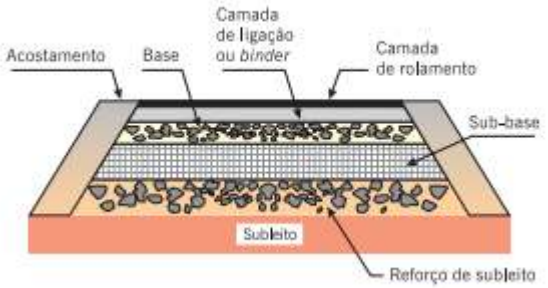
Segundo Bernucci (2008), pavimento asfáltico é formado por uma estrutura de quatro camadas, onde uma camada de revestimento asfáltico é assentada sobre uma base de material granular compactado, uma outra camada de material granular inferior que compõe a sub-base e um reforço do subleito que pode ser realizado com o próprio solo.

O revestimento asfáltico é a camada superior responsável por melhorar a as condições de rolamento, impermeabilizando o pavimento e resistindo diretamente às ações do tráfego e transmitir os esforços horizontais de forma atenuada às camadas inferiores.

A base e a sub-base tem o objetivo de resistir esforços causados pelo tráfego dos veículos e redistribui-las às camadas inferiores do pavimento, como o reforço de subleito, elas desempenham ainda importante função na drenagem subsuperficial dos pavimentos (CAVA, 2021).

O reforço de subleito é uma camada realizada para melhorar as características do subleito aumentando as condições de suporte dele, e reduzir as espessuras necessárias das camadas de base e sub-base (DNIT, 2006).

**Figura 02: Corte transversal de um pavimento asfáltico**




Fonte: (Bernucci, 2008)

## 2.4 Manifestações patológicas em pavimentos asfálticos

As patologias nos pavimentos asfálticos referem-se a manifestações de defeitos ou alterações na superfície do pavimento que podem ter sua origem associada à falhas na execução de projeto, à seleção incorreta de materiais, conservação e manutenção inadequada da via, fatores climáticos, entre outros fatores (BERNUCCI, 2006).

De acordo com Bertequini (2018), elas podem ser classificadas como: defeitos de superfícies, quando ocorre a exposição de ligante, agregados ou desprendimento dos mesmos; degradações superficiais, quando ocorre falha na escolha dos materiais ou construção do pavimento, fazendo com que o asfalto produzido em campo, seja diferente daquele projetado em laboratório; ou deformações, causadas devido à má compactação das camadas durante a construção do pavimento ou pela ruptura por cisalhamento.

A manifestação desses defeitos provoca a deterioração do revestimento e das demais camadas do pavimento, prejudicando o rolamento, conforto e a segurança na via, trazendo também prejuízos e desconforto aos usuários (AGUIAR, 2018).

Segundo o DNIT (2006) as manifestações patológicas podem ser divididas em duas classes: estrutural e funcional. Quando os defeitos estão associados à diminuição da capacidade de carga suportada pelo pavimento, estes são classificados como uma patologia de classe estrutural. Já os defeitos de classe funcional referem-se à capacidade do pavimento em satisfazer sua função ao usuário, ou seja, estão relacionados às condições de segurança e trafegabilidade da pista de rolamento do pavimento.

A norma 005/2003 do DNIT, define os termos técnicos utilizados nos defeitos dos pavimentos flexíveis e semi-rígidos, padronizando assim a linguagem utilizadas no desenvolvimento de textos técnicos relacionados aos pavimentos flexíveis e semi-rígidos

### 3.4.1 Afundamento

São depressões que ocorrem na superfície do pavimento, derivadas de deformações permanentes do revestimento asfáltico ou de suas camadas subjacentes. Os afundamentos podem ser de dois tipos: Afundamento plástico, causados pela deformação plástica de uma ou mais camadas do pavimento, evidenciando também o solevamento nas laterais do afundamento; Afundamento de consolidação, quando é causado pela consolidação diferencial de alguma das camadas do pavimento, sem o acompanhamento de solevamento dos lados do afundamento.

Os afundamentos podem ser classificados ainda de acordo com sua exceção: Local quando seu comprimento não ultrapassam os 6 metros; de trilha quando possui extensão maior que 6 metros.

### 3.4.2 Escorregamento

Causada por falhas na execução da pintura de ligação, reduzindo a aderência entre a camada de revestimento e a camada subjacente, ou pela massa asfáltica de baixa resistência, esta patologia se manifesta em forma de fendas do tipo meia-lua, devido ao deslocamento do revestimento asfáltico em relação à camada de base do pavimento (RAMOS,2017).

### 3.4.3 Esurdação

É a presença de ligante betuminoso em excesso na superfície do pavimento, manifestando-se como manchas escurecidas, causado pela migração do excedente de ligante através do revestimento.

### 3.4.4 Fendas

Classificadas entre trincas e fissuras, as fendas são denominadas pela norma DNIT 005/2003 como qualquer descontinuidade apresentada na superfície do

pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, manifestando-se sob diversas formas.

#### 3.4.4.1 Fissuras

São fendas de largura de um fio de cabelo, presentes na superfície do pavimento, posicionada de forma longitudinal, transversal ou obliqua ao eixo da via, podendo ser vistas a olho nu a uma distância máxima de 1,5metros. As fissuras são fendas que ainda não causam problemas funcionais ao pavimento (DNIT, 2003).

#### 3.4.4.2 Trincas

De acordo com o DNIT (2003), as trincas são fendas com aberturas superiores à da fissura, facilmente visíveis sem o auxílio de aparelhos, podendo apresentar-se de forma isolada interligada.

##### 3.4.4.2.1 Trinca isolada

Se manifestam de forma separada ao longo do pavimento, podendo ser classificadas como, transversais quando apresentam direção transversal ao eixo da via; longitudinais quando surgem de forma paralela ao eixo da via; e trinca de retração, quando surgem devido aos fenômenos de dilatação térmica do material de revestimento ou do material da base.

##### 3.4.4.2.2 Trinca interligada

São diversas trincas que se desenvolvem de forma associada. Elas são classificadas em dois tipos, Trinca tipo “Couro de Jacaré” quando se desenvolvem sem direção preferencial, de forma bem parecida ao couro de jacaré; e Trinca tipo “Bloco” quando possui uma preferência direcional, formando blocos com lados bem definidos.

### 3.4.5 Ondulação ou Corrugação

São deformações transversais ao eixo da pista, são caracterizadas por elevações intercaladas ao longo do pavimento, o comprimento dessas ondas pode variar de centímetros nas corrugações e chegar a metros para as ondulações. Geralmente surgem em decorrência da consolidação diferencial do subleito (BERNUCCI, 2006).

3.4.6 Desgaste

Provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego sobre a via, o desgaste é caracterizado pela desagregação do pavimento decorrente do desprendimento de agregados da superfície.

3.4.7 Panela ou Buraco

Cavidades no revestimento asfáltico que podem ou não atingir as camadas subjacentes provocando a desagregação dessas camadas. Pode ser causada pela falta de aderência entre as camadas sobrepostas, o excesso de umidade no solo ou pela compactação inadequada do solo (BERNUCCI, 2006).

3.4.8 Remendo

São panelas preenchidas com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. Apesar de ser uma prática de preservação é visto como um defeito, pois indica uma área de fragilidade e afeta a qualidade do rolamento (LIMA, 2021).

3.4.8.1 Remendo profundo

Aquele em que além da substituição do revestimento, há ainda a substituição de uma ou mais camadas inferiores do pavimento.

3.4.8.2 Remendo superficial

Ocorre quando a panela não alcançou ainda as camadas inferiores do pavimento, realizando assim a correção apenas na superfície do revestimento a partir da aplicação de uma camada betuminosa.

## 3. Metodologia

O trabalho em questão trata-se de um estudo de caso do pavimento de um pequeno trecho da BR-116 que corta o perímetro urbano da cidade de Teófilo Otoni – Mg, o trecho em questão está localizado entre os km 274 e 278 da BR-116.

**Figura 03: Trecho analisado**




Fonte: Google Earth, 2023.

Para a levantamento das patologias apresentadas pela via, realizou-se o percurso do ponto A ao ponto B em ambos os sentidos de tráfego, identificando e realizando o registro fotográfico de todas as manifestações patológicas identificadas, para que fossem melhor analisadas e discutidas posteriormente.

## 4. Estudo de Caso

A identificação das manifestações patológicas se deu por meio observação a olho nu, onde foi realizado um levantamento visual seguido de registros fotográficos apartir de telefone celular. O levantamento foi realizado no dia 21 de fevereiro de 2023 durante a parte da tarde, aproveitando o pouco movimento da rodovia devido ao feriado de carnaval e a melhor visualização da rodovia devido à luz solar.

Analizando os defeitos identificados entre os km 274 e 278 da BR-116, comparando-os com as definições estabelecidas pelo DNIT na norma 005/2003 foi possível a identificação de algumas patologias que chamam a atenção diante do cenário de degradação.

Um dos principais problemas observados durante o levantamento foram as trincas, que se apresentam tanto de forma isolada quanto de forma interligada, ao longo

de todo o trecho analisado, conforme mostram as imagens 04 e 05 abaixo:

**Figura 04: Tinca interligada tipo "couro de jacaré".**



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

**Figura 05: Trinca isolada longitudinal**



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Observa-se que as trincas identificadas apresentam alto grau de evolução, as trincas longitudinais encontram-se com espessura próxima à ponta de uma caneta, enquanto a trinca tipo "couro de jacaré" progride para a formação de panelas, visto que a mesma apresenta erosões que facilitam o desprendimento do revestimento asfáltico.

O surgimento dessa patologia é geralmente causada pelo enfraquecimento do revestimento asfáltico decorrente da grande frequência das ações do tráfego de veículos na via, além das ações climáticas e envelhecimento do ligante, como consequência do fim da vida útil do pavimento.

Outra patologia facilmente observada são as panelas ou buracos, que estão presentes em diversos pontos do trecho analisado, como demonstra as figuras 06 e 07.

**Figura 06: Buraco/ Panela**



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

**Figura 07: Buraco/ Panela**



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Esta patologia que se apresenta como o estágio final da evolução de outras patologias como as trincas, desgastes, afundamentos, devido à falta de manutenção pode ser agravada pela água da chuva.

As panelas da figura 06 apesar de possuírem pequenas dimensões, podem se expandir caso não haja adequada correção das mesmas, podendo chegar a alcançar à base do pavimento, prejudicando ainda mais a estrutura do pavimento. Já na figura 07, o excesso de material betuminoso nas bordas elevadas da panela, indica que a mesma evoluiu de um afundamento que não recebeu as devidas correções.

Foi observado ainda alguns trechos que apresentam o afundamento plástico da via, um destes trechos destaca-se pela sua profundidade e extensão. Conforme mostra a figura 08 abaixo, o trecho apresenta um afundamento com mais de 06 metros de comprimento, sendo classificado assim como um afundamento de trilha.

**Figura 08: Afundamento plástico de trilha**



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

O desenvolvimento dessa patologia é causado principalmente por erros na construção do pavimento, como o dimensionamento inadequado das camadas do pavimento, a má compactação das camadas ou ainda a baixa estabilidade da mistura asfáltica.

Para a correção desse defeito pode ser realizada a reciclagem do pavimento, bem como a reconstrução do trecho a partir de uma nova seção transversal com massa asfáltica.

Por meio da avaliação, pode-se ainda analisar a manifestação patológica apresentada como o desgaste do pavimento, conforme mostra a figura 09 abaixo:

**Figura 09: Desgaste**



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Essa manifestação patológica tem seu surgimento associado aos mais diversos fatores, pode ser causada por erros executivos como perda de coesão entre agregado e ligante, a deficiência localizada de ligante asfáltico nos serviços ou por fatores ambientais como a presença de água no interior do revestimento.

O ideal para sua correção é realização da reciclagem ou recapeamento delgado do pavimento, porém em alguns pontos isolados pode ser realizada a manutenção com tratamento superficial com capa selante ou lama asfáltica.

## 5. Considerações Finais

A presença das patologias observadas durante a realização da análise visual desse trecho estão geralmente asssociadas à falhas durante a execução e elaboração do projeto, e à falta de manutenção periódica executada de forma correta.

Devido essa origem crônica das patologias, a reincidência das patologias nos pontos observados é contante, pois estes são pontos de fragilidade do pavimento, onde o mesmo apersenta-se mais sensível às ações da natureza e ao esforços solicitados que o restante do pavimento ao longo da via.

Diante do que foi apresentado no presente estudo, entende-se que os pequenos reparos de manutenção executados esporádicamente na via não são mais eficientes

para corrigir as patologias existentes e conter sua evolução. Com isto recomenda-se que seja realizado um estudo mais aprofundado acerca das caracteristicas do trecho em questão, como sua resistência, capacidade de carga, etc. com o intuito de desenvolevr um plano de correção adequado para as patologias observadas, que deverá ser seguido fielmente para garantir que as patologias corrigidas não voltem a se manifestarem.

## 6. Referências

AGUIAR, Vanessa Cristina Neves. **Análise De Patologias Em Pavimentação Asfáltica – Estudo De Caso Da Rua Francisco Ciríaco De Carvalho**; Caratinga – Mg: DOCTUM,2018.

BATELLA, Wagner. **Teófilo Otoni – MG: discussões sobre cidades médias, verticalidades e horizontalidades;** Vitória – ES: CBG, 2014.

LIMA, Ana Carla Amorim, et al. **Identificação das patologias na pavimentação da avenida Santos dumont no município de Nanuque-MG**; Teófilo Otoni – MG: UFVJM, 2021.

BERNUCCI, Liedi Bariani, et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: ABEDA, 2006. 504 p.

BERTEQUINI, Aline Botini Tavares, et al. **Patologias Em Pavimento Flexível.** Toledo –Pr: ENPEX, 2018.

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

BRASIL, Departamento Nacional de Infra-Estrutura De Transportes. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento.** DNIT 006/2003 – PRO. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de gerência de pavimentos**. - Rio de Janeiro, 2011. 189p

BRASIL, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de pavimentação** 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

CAVA, Felipe. **Estas são as funções dos pavimentos**; Além da inércia, 2021.

Disponível em:< https://alemdainercia.com/2021/04/19/estas-sao-as-funcoes-dos-pavimentos/>. Acesso em: 20 de Fev. 2023

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**; Brasília: Confederação Nacional do Transporte, 2019. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf >. Acesso em: 24 de Jan. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/teofilo-otoni.html. Acesso em: 24 de jan. 2021.

JUNIOR, Yuri Martins Jadão; **Determinação de patologias em pavimentação Asfáltica na quadra residencial 1204 Sul na cidade de Palmas – TO: estudo de caso de 4 alamedas**; Palmas – TO: ULBRA, 2014.

PIRES, J. C. M.; MENDES, A. T.. **Manifestações patológicas em pavimentação asfáltica: estudo de caso na TO-050, no trecho do anel viário em Porto Nacional/TO**. Engineering Sciences, v.9, n.1, p.28-39, 2021.

PNL. **Plano Nacional De Logísticapnl-2025**; Brasília: Empresa de planejamento e Logística, 2018. Disponível em: <https://www.abtra.org.br/infraestrutura/plano-nacional-de-logistica-pnl-2025/>. Acesso em: 25 de Jan. 2023.

RAMOS, Dennis Martins; **Determinação de patologias em pavimentação asfáltica nas avenidas: Av. Sergipe, Av. Joaquim Aires, Av. Das Nações Unidas em Porto Nacional-TO.** Palmas – TO: ULBRA, 2017.