

**Análise de Patologias no Pavimento Flexível da BR116 Trecho Sudeste:
Teófilo Otoni – Itambacuri (Minas Gerais / Brasil)**

**Analysis of Pathologies in the Flexible Pavement of BR116 Southeast
Section: Teófilo Otoni – Itambacuri (Minas Gerais / Brazil)**

Alexandre Victor Silva Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5815-8287>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: alexandrepinheiro982@gmail.com

Matheus Ferreira de Souza Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1644-7670>

Rede de Ensino Doctum, Brasil

E-mail: contato.matheusferreira@outlook.com

Pedro Emílio Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Recebido: 16/03/2021 – Aceito: 16/03/2021

Resumo

A rodovia longitudinal brasileira – BR116, além de ser uma das mais movimentadas do país, é também uma das mais importantes, pois liga o Nordeste ao extremo Sul do Brasil. O trecho analisado foi o Sudeste (denominado Rodovia Santos Dumont), entre as cidades de Teófilo Otoni – MG e Itambacuri – MG. Com extensão de 30 km e em alguns segmentos com duas faixas em cada sentido, o trecho apresenta diversas patologias no pavimento flexível. Este trabalho, embasado majoritariamente pela norma DNIT 005/2003 – TER, identifica e cataloga estas patologias, através de levantamentos fotográficos e análises *in loco*. Foi possível, devido aos procedimentos utilizados, verificar que a maioria das patologias encontram-se em segmentos com inclinação ou próximos a zonas urbanas, onde as forças de frenagem e aceleração de veículos pesados são mais frequentes. Trincas, remendos e afundamentos, são apenas alguns dos problemas mais encontrados no trecho, muitos estes em estado avançado e com dimensões desmoderadas, sendo visível o dano estrutural no pavimento flexível. Infere-se que o desconforto e a perturbação da dirigibilidade dos veículos, são notórios, colocando assim em risco o tráfego fluente e principalmente a segurança dos usuários da rodovia.

Palavras-chave: Rodovia; Pavimento; Patologias.

Abstract

The Brazilian longitudinal highway - BR116, besides being one of the busiest in the country, is also one of the most important, as it connects the Northeast to the extreme South of Brazil. The section analyzed was the Southeast (called Rodovia Santos Dumont), between the cities of Teófilo Otoni - MG and Itambacuri - MG. With a length of 30 km and in some segments with two lanes in each direction, the stretch presents several pathologies in the flexible pavement. This work, based mainly on the DNIT 005/2003 - TER standard, identifies and catalogs these pathologies, through photographic surveys and on-site analyzes. It was possible, due to the procedures used, to verify that the majority of pathologies are found in sloping segments or close to urban areas, where the braking and acceleration forces of heavy vehicles are more frequent. Cracks, patches and sinks are just some of the most common problems encountered on the stretch, many of which are in an advanced state and with demodulated dimensions, with structural damage in the flexible pavement being visible. It is inferred that the discomfort and disturbance

of the vehicles' handling are notorious, thus putting at risk the fluent traffic and especially the safety of the highway users.

Keywords: Highway; Pavement; Pathologies.

Resumen

La carretera longitudinal brasileña - BR116, además de ser una de las más transitadas del país, es también una de las más importantes, ya que conecta el noreste con el extremo sur de Brasil. El tramo analizado fue el Sureste (denominado Rodovia Santos Dumont), entre las ciudades de Teófilo Otoni - MG e Itambacuri - MG. Con una longitud de 30 km y en algunos tramos con dos carriles en cada sentido, el tramo presenta varias patologías en el pavimento flexible. Este trabajo, basado principalmente en el estándar DNIT 005/2003 - TER, identifica y cataloga estas patologías, a través de estudios fotográficos y análisis in situ. Gracias a los procedimientos utilizados, se pudo verificar que la mayoría de patologías se encuentran en tramos inclinados o cercanos a áreas urbanas, donde las fuerzas de frenado y aceleración de vehículos pesados son más frecuentes. Las grietas, parches y hundimientos son solo algunos de los problemas más comunes que se encuentran en el tramo, muchos de los cuales se encuentran en un estado avanzado y con dimensiones demoduladas, siendo visibles daños estructurales en el pavimento flexible. Se infiere que son notorias las molestias e interrupciones en el manejo de los vehículos, poniendo en riesgo el tráfico fluido y especialmente la seguridad de los usuarios de la vía.

Palabras clave: Carretera; Pavimento; Patologías.

INTRODUÇÃO

O sistema rodoviário é um conjunto de rodovias sob competência do Governo Municipal, Estadual e Federal, sendo inteiramente responsável tanto pela infraestrutura rodoviária, quanto pela manutenção e conservação da estrutura operacional, conforme define o Roteiro Básico para Sistemas Rodoviários do DNIT. O objeto deste estudo foi a rodovia BR-116, considerada a rodovia mais extensa no território brasileiro, iniciando-se no município de Fortaleza, no estado do Ceará, passando pelo estado de Minas Gerais, e terminando no município de Jaguarão, no Rio Grande do Sul, na fronteira com o Uruguai. É uma das rodovias que dispõem de importante papel no cenário econômico brasileiro, pois partindo dela são distribuídas e mobilizadas todas as riquezas produzidas no país, e também atuando como a malha predominante no meio de locomoção.

O pavimento é uma estrutura construída sobre uma superfície de terraplenagem que tem a finalidade de resistir os esforços do tráfego, trazendo conforto e segurança para o usuário.

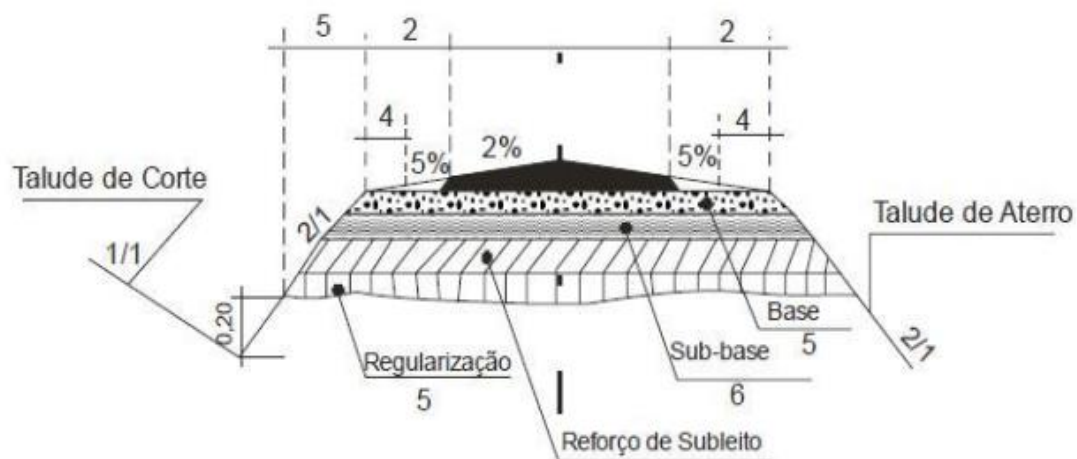
Este estudo delimitou-se à coleta de informações sobre as características referentes ao trecho entre o município de Itambacuri – MG e o município de Teófilo Otoni – MG, e com base das informações recolhidas in loco, buscou-se determinar as possíveis causas das patologias presentes e as suas consequências, a partir da conjunta análise das imagens coletadas, bibliografias e documentos especificados em normas regulamentadoras.

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS – DEFINIÇÃO

Com base em literaturas técnicas, o pavimento flexível é uma estrutura que tem a finalidade de resistir os esforços verticais provenientes do tráfego e distribuí-los entre suas camadas existentes, como também resistir os esforços horizontais do tráfego, fornecendo uma superfície com condições de rolamento seguro e conforto aos usuários. O pavimento flexível é composto por várias camadas com espessuras finitas, que partido do subleito tem o intuito de exercer a função da fundação, que partindo dele são construídas as demais camadas estruturais. O dimensionamento da espessura das camadas que compõem o pavimento, depende de inúmeros elementos como estudos de tráfego, o tipo de material a ser utilizado, características do trecho entre outros relacionados (SOLANKI, 2017).

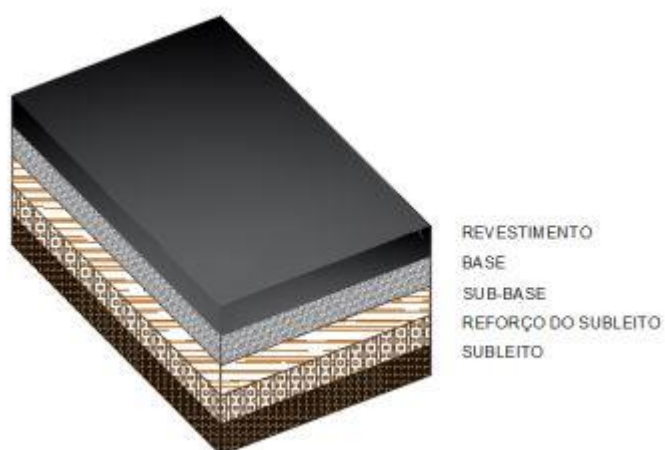
Segundo (SENÇO, 1997), a formação estrutural das camadas de um pavimento flexível é dividida em: subleito, regularização do subleito, reforço do subleito, sub-base, base, revestimento ou capa de rolamento, conforme a figura 1.

Figura 1 – Seção Transversal do Pavimento.



(Fonte: SENÇO, 1997)

Figura 2 – Detalhamento de camadas do Pavimento Flexível.



(Fonte: SILVA, 2018)

SUBLEITO

O subleito é a camada que tem a função da fundação, pois a partir dela são

construídas as demais camadas do pavimento. O mesmo deve oferecer características necessárias ao suporte do pavimento definido. O subleito também é uma camada formada pelo solo natural compactado, ou provido de algum empréstimo no caso dos aterros (SENÇO, 1997).

REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Segundo Senço (1997), a regularização do subleito é uma camada de espessura irregular, a mesma é construída sobre o subleito com o objetivo de corrigir os defeitos superficiais após a realização do serviço de terraplanagem, pois, no final da terraplanagem devem-se tomar todos os cuidados necessários para um bom acabamento da superfície e à compactação do subleito.

REFORÇO DO SUBLEITO

Segundo (SENÇO, 1997), o reforço do subleito é uma camada que é construída acima da estrutura do subleito, a mesma tem a finalidade de reforçar camadas inferiores. No entanto, devido ao nome de reforço de subleito, ela é muitas vezes associada à fundação.

SUB-BASE

A base, assim como as sub-bases, são camadas que podem ser construídos por determinados tipos de solos, solos estes que são conhecidos como “solos estabilizados naturalmente” (mistura de diversos tipos de solos, e agregados, como brita graduada).

Por sua vez, o material da sub-base deverá ser de qualidade superior ao material da base inferior (SENÇO, 1997).

BASE

É a camada destinada a resistir os carregamentos verticais oriundos do tráfego e distribuí-los para as demais camadas inferiores. No entanto, o pavimento pode ser considerado composto de base e revestimento, sendo que a base poderá ou não ser

complementada pela sub-base e pelo reforço do subleito (SENÇO, 1997).

REVESTIMENTO

O revestimento ou como também conhecido como “capa de rolamento” é a camada final do pavimento que tem a função de receber diretamente a ação do tráfego. Também é destinada a melhorar a superfície de rolamento trazendo condições de conforto, segurança, e resistir aos desgastes. Segundo Senço (1997), em todos os métodos de dimensionamento, a camada de revestimento tem espessura adotada, seja em função de critérios próprios, ou em função do tráfego previsto.

Sendo assim, o revestimento é a camada mais nobre do pavimento, e é evidente que a adoção da espessura não pode servir como medida que possa reduzir sua resistência, pois representa uma parte do pavimento que é constituída de material mais apto a garantir eficiência no seu comportamento.

PATOLOGIAS – DEFINIÇÕES

De acordo com Reis (2009) patologias em pavimento flexível são geralmente associadas a deterioração dos elementos que o compõem. Os principais agentes que ocasionam estes problemas são normalmente falhas na execução, falta de planejamento ou previsão e fluxo intenso de veículos.

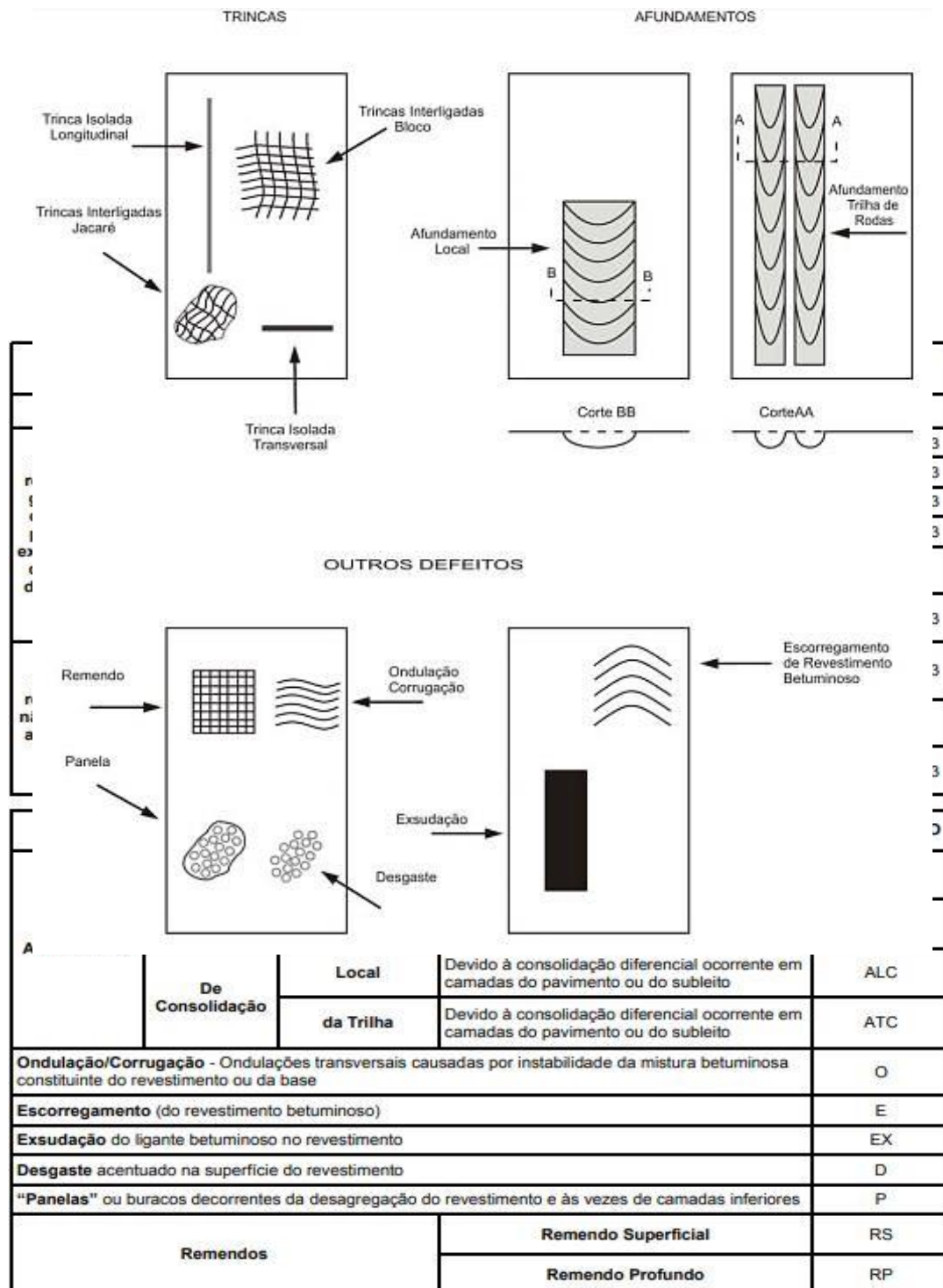
O tráfego de veículos altera diretamente as propriedades do pavimento e a repetição dessas ações (frenagem, aceleração, etc.) deforma o mesmo, por conseguinte os deslocamentos ou deteriorações são inevitáveis. A norma classificadora de patologias em pavimentos flexíveis ou/e semirrígidos (DNIT, 005/2003) define e padroniza os defeitos encontrados nos mesmos e os termos técnicos ou linguagem adotada, além disso, estes elementos são utilizados nos cálculos ou análises de qualidade das superfícies (vias).

De acordo com Silva (2008) as patologias mais recorrentes ou comuns de ocorrer em pavimentos são: fendas; afundamentos; panelas; remendos; ondulações; escorregamentos; exsudações; e desgastes.

Tabela 1: Resumo dos defeitos – Codificação e Classificação.

(Fonte: DNIT - Norma 005/2003 – TER)

Figura 3 – Representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície dos pavimentos flexíveis.



(Fonte: DNIT - Norma 005/2003 – TER)

FENDAS

Segundo Bernucci et al (2008), as fendas são uma patologia comum que costuma parecer na superfície dos pavimentos, geralmente são classificadas por tipologia e gravidade. Sendo as mesmas são divididas em Fissuras, aberturas visíveis até cerca de 1,5 metro de distância, e Trincas, todo o tipo de aberturas maiores que as fissuras. Os revestimentos asfálticos tendem a trincar em algum estágio de suas vidas sob as ações combinadas do tráfego e das condições ambientais, por meio de um ou mais mecanismos. A trinca é um defeito na superfície que enfraquece o revestimento e permite a entrada da água provocando um enfraquecimento adicional da estrutura (DNIT, 2006).

Dentro do grupo mais comum, Trincas Isoladas, existem as trincas transversais longas, transversais curtas, longitudinais curtas ou longas e de retração, já as Trincas Interligadas podem ser Trincas de bloco, geralmente de geometria regular, e Trincas do tipo “couro de jacaré”, com geometria irregular e originada por processos de fadiga do pavimento flexível, na maioria dos casos são patologias em estado avançado de deterioração.

PANELA

A panela, buraco ou cavidade é considerada uma das patologias mais graves e comprometedoras, pois geralmente, atinge as camadas inferiores / a estrutura do pavimento, possibilitando a infiltração de água, poeira e outros detritos que desagregam as camadas e degradam a via (SILVA, 2008).

Segundo o DNIT (2006) esta patologia está associada a ações do tráfego, e tem maior ocorrência em trilhos de rodas.

ESCORREGAMENTO

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento,

com aparecimento de fendas em forma de meia-lua (DNIT 2006). Geralmente ocorre em pontos específicos dos pavimentos, como em pontos de frenagem ou aceleração, lombadas, segmentos inclinados, entre outros. Segundo o DNIT (2006) esta patologia é ocasionada por falhas de execução do pavimento, onde a compactação foi realizada incorretamente ou até mesmo insuficiente.

DESGASTE

O desgaste, assim como a exsudação, é um tipo de defeito superficial que atinge a camada superior do pavimento flexível. É o efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT, 2006).

EXSUDAÇÃO

A exsudação é originada pelo aparecimento de uma película na superfície do pavimento, caracterizando-se por manchas de variáveis dimensões.

Estas manchas podem comprometer seriamente a aderência do revestimento aos pneumáticos, principalmente sob tempo chuvoso, havendo menor viscosidade do asfalto, conseqüentemente ocorrerá envolvimento dos agregados grossos e redução da macrotextura caracterizando um sério problema funcional. Esta patologia apesar da superficialidade facilita fenômenos como a aquaplanagem e o deslizamento de veículos, ocasionando acidentes graves.

A exsudação pode ocorrer por dois fatores, o excesso de ligante aplicado á camada asfáltica, ou a temperatura acima do que especificado em projeto no momento da sua aplicação (DNIT, 2006).

REMENDOS

Apesar da nomenclatura e de ser um tipo de método de reabilitação do pavimento, o remendo é considerada uma patologia quando executado de forma incorreta. O remendo é a retirada e substituição de uma camada do pavimento por outra. Podendo ser

classificado como superficial ou profundo o remendo afeta toda a estrutura do pavimento e conseqüentemente reflete o comportamento da mesma. O remendo mais comum é o superficial, e geralmente não costuma comprometer a integridade da via.

METODOLOGIA

A execução deste estudo, ou trabalho, foi totalmente embasada em pesquisas e revisões bibliográficas e/ou web gráficas, em livros, artigos científicos, matérias jornalísticas, reportagens e sites. A obtenção de conhecimento através destes meios foi de extrema importância para a realização do mesmo, onde foram abordados tópicos como identificação de patologias, análise e métodos de reabilitação.

A identificação e análise do pavimento flexível foram realizadas *in loco*, tendo como norte, majoritariamente, o manual DNIT (2006). Pavimento este localizado na rodovia longitudinal brasileira - BR 116, trecho Sudeste, mais especificamente entre as cidade de Teófilo Otoni e Itambacuri (Minas Gerais - 30 km de extensão).

Foi elaborada uma vistoria no trecho *in totum*, com levantamentos de dados e fotografias nos locais mais afetados, visando a identificação dos agentes ocasionadores e a obtenção de propostas de resolução.

TRECHO ESTUDADO

Inaugurada em 1933 e, atualmente, com extensão aproximada de 4486 km, a BR 116 passa por 10 estados e, é uma das inúmeras rodovias longitudinais brasileiras, tendo início no município de Fortaleza, no estado do Ceará, e terminando em Jaguarão, no Rio Grande do Sul. Vale citar que a mesma é a maior rodovia totalmente pavimentada do Brasil.

Como já citado, o trecho Sudeste na BR 116, mais precisamente a extensão entre as cidades de Teófilo Otoni e Itambacuri (Minas Gerais) foi o selecionado para análise, devido ao volume extenso de patologias identificáveis no pavimento flexível. É um trecho, em muitos segmentos, composto por duas faixas em cada sentido e possui um fluxo intenso de veículos no geral, sendo o mesmo, nos arredores, composto por

propriedades rurais (fazendas) e no meio do percurso atravessar a cidade Lajinha.

Figura 4 – BR 116, Trecho Sudeste, Teófilo Otoni – Itambacuri, Minas Gerais.

(Fonte: Google Maps, acesso em 06/07/2020)

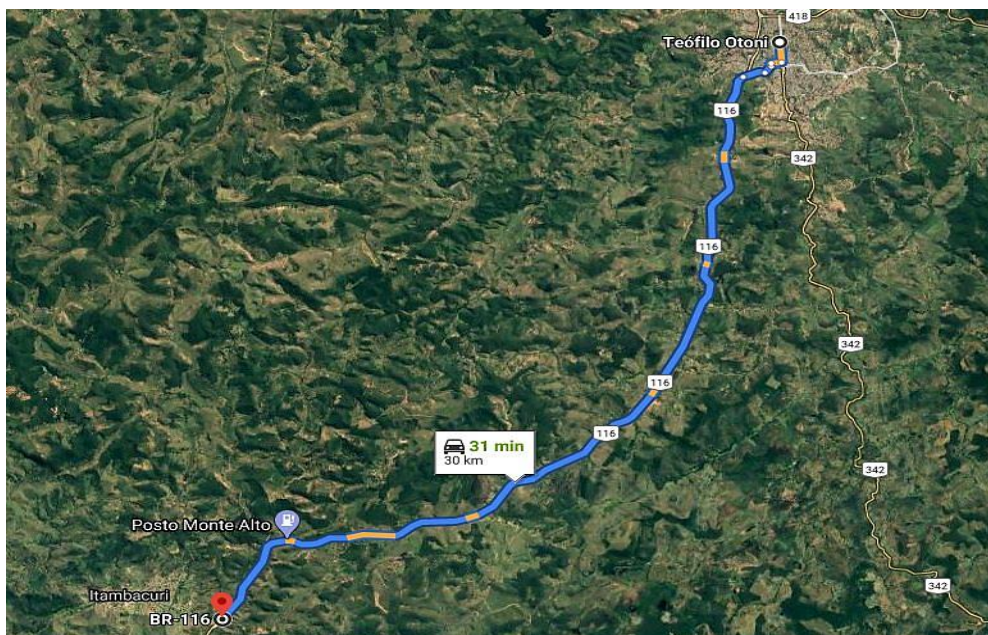
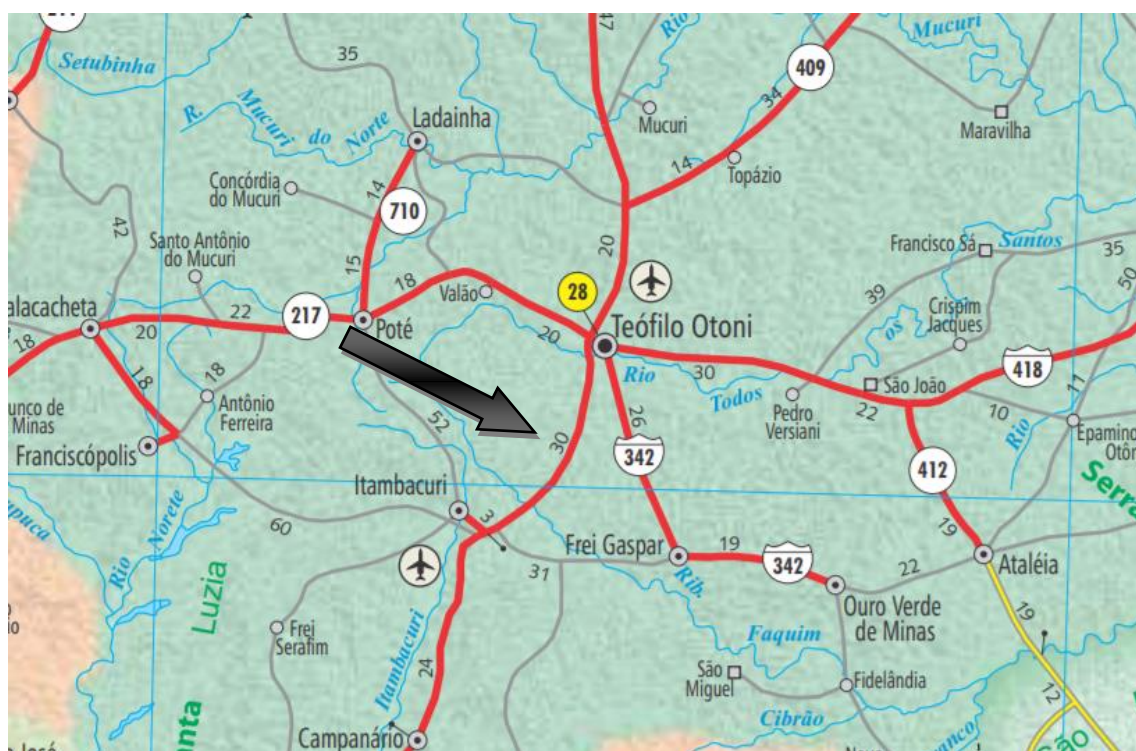


Figura 5 – Mapa Rodoviário do Trecho Analisado – BR 116.



(Fonte: DEER MG (2017), acesso em 18/07/2020)

HISTÓRICO

O trecho estudado apresenta algumas curvas acentuadas, muitos segmentos com inclinação, e no início, meio e final do percurso, existe fiscalização eletrônica (radar), mais precisamente quatro radares fixos.

Segundo o site ViasSeguras.com, somente em 2005, ocorreram cerca de 90 acidentes no trecho (14 mortos e 53 feridos). Os dados mostram que o número de acidentes, apesar do estado mediano do asfalto, foi relativamente baixo em comparação com os trechos a jusante e a montante.

“BR-116 é a campeã de acidentes entre as rodovias federais.” (MOTOMURA, 2011 apud Polícia Rodoviária Federal – PRF, 2005)

“Num país onde as rodovias federais registram 14 mortes a cada dia, Minas Gerais desponta como destaque em um cenário trágico: o estado é campeão em número de mortes e de acidentes nas vias de responsabilidade da União...” (Site Estradas.com.br, 2019 apud Consultas Dinâmicas de Acidentes Rodoviários - Confederação Nacional do Transporte CNT, 2019).

Figura 6 – Acidente na BR 116 – Itambacuri – MG.



(Fonte: site aconteceunovale.com.br, acesso em 06/07/2020)

PATOLOGIAS IDENTIFICADAS NO TRECHO

Através da análise e do levantamento topográfico do pavimento no trecho, foram catalogadas e inspecionadas as patologias que mais se destacaram. Muitas delas em estado avançado de deterioração.

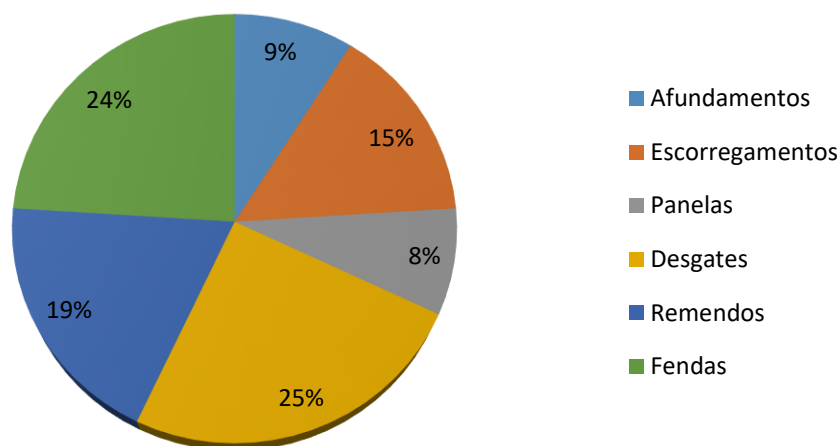
Tabela 2 – Principais patologias identificadas no trecho.

(Fonte: autor, 2020)

Tabela 3 – Porcentagem de patologias encontradas.

PATOLOGIAS IDENTIFICADAS;	Afundamentos;
	Escorregamento do revestimento betuminoso;
	Panelas;
	Desgaste;
	Remendos;
	Fendas (fissuras e trincas).

Porcentagens de Patologias Identificadas



(Fonte: autor, 09/09/2020)

PANELAS

Na figura 4 é possível verificar a gravidade da patologia, é notório que a painela, ou buraco, identificado além de possuir grandes dimensões, não é recente. A integridade tanto dos veículos quanto dos tripulantes dos mesmos é colocada em risco diariamente com a presença de patologias deste nível. Foram analisadas algumas painelas ao longo de todo o trecho com dimensões aproximadas de 0,40m x 0,35m, cuja profundidade chegou à base do pavimento.

Defeito este que além de, provavelmente, ter sido consequência de outra patologia como uma trinca ou afundamento, ocasiona vários outros já que permite a infiltração de água na estrutura afetando assim a morfologia do revestimento. A solução do problema é simples limpeza, secagem, preenchimento e compactação.

Figura 4 – Painela – BR 116.



(Fonte: acervo do autor, 18/07/2020)

DESGASTES

A figura a baixo mostra um dos inúmeros desgastes encontrados no trecho analisado. Patologia esta que é a mais frequente, principalmente devido às características da via, Geralmente rodovias federais com um fluxo de veículos, leves e pesados, intenso como a BR 116, patologias leves como desgastes, são muito comuns.

O desgaste apesar da baixa gravidade e superficialidade, é a patologia que origina todas as outras, ou seja, se não for corrigida a tendência é de piorar. As causas mais comuns são condições meteorologias inadequadas na ocasião da execução ou o extenso uso (trafego) do pavimento, onde partículas de poeiras e resíduos ocasionam a perda de coesão entre o ligante e o agregado. O problema costuma ser resolvido facilmente com uma reposição (recapeamento) de asfalto superficial.

Figura 5 – Desgaste – BR 116.



(Fonte: acervo do autor, 18/07/2020)

TRINCAS

As patologias mais encontradas no trecho, sem dúvida, foram as trincas. Presentes em quase todos os trechos “inclinados” do percurso em questão, as trincas são as mais negligenciadas por serem patologias superficiais e geralmente não afetarem tão acentuadamente os veículos.

Inúmeros segmentos do trecho apresentaram esta patologia mais precisamente trincas interligadas e trincas longitudinais, principalmente nas boras do pavimento. As trincas são uma patologia que apesar de superficial, como já citado, permitem a infiltração de água na estrutura do pavimento / camadas inferiores, enfraquecendo e comprometendo o mesmo, levando à degradação do revestimento.

As causas mais comuns são falhas de execução e, em alguns casos, de planejamento, onde a compactação e a drenagem são mal executadas / insuficientes. As trincas (interligadas e longitudinais) mostradas nas figuras abaixo como previsto ocorreram em um trecho de declive, e é a mesmas se encontram no trilho de roda, patologias estas que provavelmente foram decorrentes de tráfego intenso de veículos

pesados.

Figura
Trinca



6 –

Interligada – BR 116.

(Fonte: acervo do autor, 18/07/2020)

Figura 7 – Trinca Isolada Longitudinal – BR 116.



(Fonte: acervo do autor, 18/07/2020)

REMENDOS

Um das patologias mais notórias encontradas no trecho foram os remendos. Encontrados geralmente próximos a trincas, os remendos analisados no trecho são bem notórios pois são, provavelmente, a patologia, além das panelas, que causam mais desconforto aos veículos. Nas figuras abaixo é possível ver a saliência dos remendos encontrados.

Figura 8 – Remendo – BR 116.



(Fonte: acervo do autor, 18/07/2020)

Figura 9 – Remendo II – BR 116.



(Fonte: acervo do autor, 18/07/2020)

A patologia em questão além de, como já citado, causar desconforto, afeta também

a dirigibilidade dos veículos. O desnível, além do comprimento, é a característica pejorativa mais visível nos remendos analisados. Problema esse decorrente de falhas de execução, mais precisamente compactação errada ou insuficiente.

AFUNAMENTOS

Outra patologia encontrada no trecho foram os afundamentos (plásticos). Quase sempre acompanhando remendos e trincas, os afundamentos analisados prejudicam a dirigibilidade dos veículos devido à extensão desmoderada dos mesmos. Os afundamentos identificados foram decorrentes da frenagem e aceleração frequentes em lugares específicos do pavimento, geralmente trilhos de rodas. Na figura abaixo é possível visualizar o local de ocorrência, já citado, e o levantamento do bordo lateral.

Figura 10 –
– BR 116.

Afundamento



(Fonte: acervo
18/07/2020)

do autor,

ANAÁLISE E RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS

MÉTODOS DE REABILITAÇÃO

A restauração pode ser definida como uma arte em manutenções de rodoviárias, onde consiste em realizar melhorias em rodovias já operacionais na busca do retorno aos padrões originais e adequados para a segurança dos que transitam por ela.

Nesta seção apresenta algumas orientações gerais para seleção de alternativas de restauração de pavimentos.

TRINCAS

Os revestimentos asfálticos tendem a trincar em algum estágio de suas vidas sob as ações combinadas do tráfego e das condições ambientais, por meio de um ou mais mecanismos. A trinca é um defeito na superfície que enfraquece o revestimento e permite a entrada da água provocando um enfraquecimento adicional da estrutura, (DNIT 2006).

O trincamento asfáltico pode ser definido por diversas formas, podendo ser avaliada como: Trinca por Envelhecimento; Trinca por Reflexão; Trinca por variação de temperatura; Trinca Longitudinal; Trinca Transversal; Trinca por Retração; tipo Bloco, mas a trinca mais comum de ser encontrada é a Trinca por Fadiga, o mesmo se resulta dos efeitos cumulativos do carregamento sucessivo, caracterizado em sua fase final pelas trincas “Couro de Jacaré”, usualmente confinadas nas trilhas de roda, (DNIT 2006).

Quando um pavimento se encontra com essa patologia, é recomendado uma manutenção para a reabilitação do mesmo. Mas antes de definir qual ação a ser tomada, é necessário avaliar o nível de severidade da trinca. Com isso, será apresentado a classificação de trincas de pavimento flexível.

L (Low: Baixo): Fendas finas capilares e longitudinais que se desenvolvem em paralelo com poucas ou nenhuma interligada. Rachaduras não apresentam rotura do material ao longo das laterais da fenda (Figura 8).

M (Medium: Média): O desenvolvimento de fissuras do nível L em um padrão ou rede rachaduras que podem estar ligeiramente descascadas (Figura 9).

H (High:Alto): A rede ou padrão que evoluiu de tal modo que partes ou peças são bem definidas. Algumas peças podem mover-se com o passo dos veículos (Figura 10).

Figura 11 - Trincas por fadiga de severidade baixa Fonte: BR 116, 2020.



(Fonte: acervo do autor, 17/09/2020)

Figura 12 - Trincas por fadiga de severidade média Fonte: BR 116, 2020.



(Fonte: acervo do autor, 17/09/2020)

Figura 13 - Trincas por fadiga de severidade alta Fonte: BR 116, 2020.



(Fonte: acervo do autor, 17/09/2020)

L: Reabilitação com selagem na superfície, podendo também realizar um recapeamento.

M: Recapeamento de profundidade parcial ou total (profundidade). Podendo realizar um recapeamento ou uma reconstrução.

H: Recapeamento parcial ou de profundidade total. Podendo realizar um recapeamento ou uma reconstrução.

PANELA OU BURACO

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, (DNIT, 2006). Os níveis de severidade são baseados na profundidade e diâmetro dos mesmos, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Níveis de severidade de panelas.

Profundidade Máxima	Diâmetro Médio		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12,7 a 25,4 mm	L	L	M
>25,4 a 50,8 mm	L	M	H

>59,8 mm	M	M	H
----------	---	---	---

(Fonte: autor, 15/09/2020)

I: Recomendado a realização de remendo parcial ou profundo.

II: Recomendado a realização de remendo parcial ou profundo.

III: Recomendado a realização de remendo profundo.

ESCORREGAMENTO

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua, (DNIT 2006).

Os deslocamentos também podem ocorrer na zona de transição entre pavimentos asfálticos e pavimentos de concreto de cimento Portland.

Os deslocamentos são medidos em metros quadrados de área afetada. Dependendo do grau de severidade, é necessária uma manutenção corretiva. Mas para isso, é preciso uma avaliação antes de iniciar a obra de recuperação do pavimento.

L: O deslocamento provoca qualidade de tráfego de baixa severidade (Figura X).

M: O deslocamento provoca qualidade de tráfego de severidade média (Figura Y).

H: O deslocamento provoca qualidade de tráfego de alta severidade (Figura Z).

Figura 14 - Deslocamento de severidade baixa.



(Fonte: acervo do autor, 17/09/2020)



Figura 15 - Deslocamento de severidade média.

(Fonte: acervo do autor, 17/09/2020)

Figura 16 - Deslocamento de severidade alta.



(Fonte: acervo do autor, 17/09/2020)

L: Não fazer nada. Fresagem.

M: Fresagem. Remendo parcial ou profundo.

H: Fresagem. Remendos parcial ou profundo.

DEGASTE

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, (DNIT 2006).

No entanto, para solucionar patologias de desgaste em pavimento flexível é preciso de um tratamento superficial, com tudo, podendo ser feito um trabalho de fresagem e recapeamento no pavimento.

EXSUDAÇÃO

A exsudação é uma película de material asfáltico na superfície do pavimento, formando uma superfície flexível e brilhante. A exsudação é causada por excesso de ligante asfáltico (SOUZA, 1980).

Quando um pavimento se encontra com essa patologia, é recomendado uma manutenção para a reabilitação deste pavimento. Mas antes de definir qual ação a ser tomada, é necessário avaliar o nível de severidade. Com isso, será apresentada a classificação de Exsudação de pavimento flexível.

Figura 17 - Deslocamento de severidade baixa.



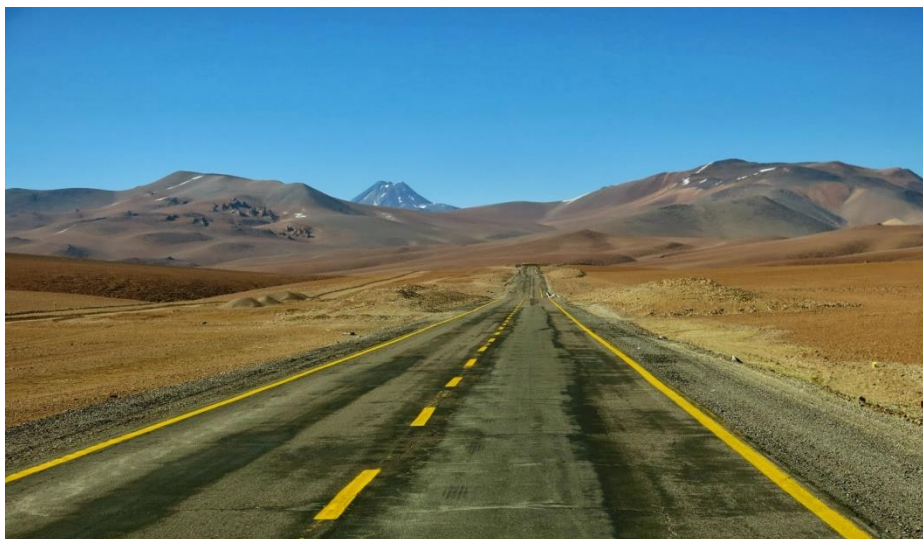


Figura 18 - Deslocamento de severidade média.

(Fonte: site viajarpelomundo.com, acesso em 18/09/2020)

Figura 19 - Deslocamento de severidade alta.



(Fonte: site noticiasominuto.com.br, acesso em 18/09/2020)

L: A exsudação ocorre apenas em um grau muito leve e é detectável apenas poucos dias do ano. O asfalto não cola nos sapatos ou veículos.

M: o asfalto cola nos sapatos e veículos apenas por algumas semanas por ano.

H: O asfalto cola em sapatos e veículos para pelo menos várias semanas por ano.

L: Não fazer nada.

M: areia / agregado é aplicada e passamos um cilindro.

H: areia / agregado e cilindro (pré-aquecimento se for necessário).

CONCLUSÃO

A manutenção das vias é algo essencial para manter as boas condições de tráfego. Os controles tecnológicos e executivos ajudam a reduzir as patologias e a minimizar riscos referentes à qualidade do pavimento, preservando e conservando assim o mesmo. Desgastes, que são o começo de qualquer patologia, são facilmente corrigidos com fiscalizações e manutenções preventivas simples, reduzindo assim, muito, os gastos com correções e remendos.

Com a análise detalhada das patologias do trecho foi possível identificar alguns padrões. As patologias mais salientes, ou graves, foram encontradas, quase sempre, em

segmentos inclinados. Trincas, afundamentos e panelas, todas estas foram identificadas estes lugares em específico. E os remendos realizados, tentando sanar o problema, foram mal executados e acabam gerando ainda mais desconforto ao trafegar.

As patologias mais encontradas ao longo do trecho foram trincas (integradas e isoladas longitudinais). Com maior ocorrência em trilhos de roda, estas patologias apresentaram desgaste e visível comprometimento à estrutura do pavimento flexível, porém são os remendos (com afundamento) que, sem dúvida, afetam mais a dirigibilidade dos veículos no trecho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNUCCI, L. L. B.; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 2ª edição. Rio de Janeiro. Perobras. Abeda, 2006;

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGENS (DNER). **Sistema de gerência de pavimentação**, 2001 – Brasília/DF;

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT – **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos** – Brasília/DF, 2006. 310p;

DNIT 005/2003 – Defeitos **nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia**. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT005_2003_TER.pdf. Acesso em: 19/09/2020;

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Manual de pavimentação**. 2ª ed. Rio de Janeiro-RJ, 1996;

MOTOMURA, Marina. 2011. **Qual é a rodovia mais perigosa do Brasil?** Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-e-a-rodovia-mais-perigosa-do-brasil/>. Acesso em: 16/09/2020

REIS, Nuno. **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/TeseFINAL.pdf>. Acesso em: 19/09/2020.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação, Volume II** – 1ª ed. – São Paulo: Pini, 2001.

SILVA, Cristiano Araújo. 2018. **ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL EM RODOVIA DO OESTE DO PARANÁ.** Disponível em: <https://tcc.unipar.br/files/tccs/31eeb2453bac65658d407b2332be764f.pdf>. Acesso em: 17/09/2020.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

SOLANKI, P.; ZAMAN, M. *Design of semi-rigid type of flexible pavements.* International Journal of Pavement Research and Technology, 2017. v. 10, p. 99-111.

SOUZA, M. L. de. **Pavimentação rodoviária.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Ed., 1980.

Vias Seguras. 2005. **Dados abertos de acidentes nas rodovias federais até 2017.** Disponível em: http://vias-seguras.com/dados_da_prf/dados_abertos_de_acidentes_nas_rodovias_federais_ate_2017. Acesso em: 15/09/2020.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Alexandre Victor Silva Pinheiro – 40%

Matheus Ferreira de Souza Silva – 40%

Pedro Salomão – 20%