

Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC  
Escola de Engenharia da UFMG  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
<http://www.fumec.br/revistas/construindo/index>

ISSN 2318-6127 (online)  
ISSN 2175-7143 (impresa)  
Recebido para publicação em 07/03/2017  
Aceito em 10/11/2017

## DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS ENCONTRADAS NA RODOVIA BR-050 ENTRE ARAGUARI E UBERLÂNDIA

*Diagnosis of pathologies found on the BR-050 road between araguari and uberlândia*

**FLEK, Cristian Martins**

Centro Universitário do Triângulo – Unitri  
[cristian.flek@hotmail.com](mailto:cristian.flek@hotmail.com)

### RESUMO

Este trabalho analisou as principais patologias encontradas na rodovia BR-050 entre as cidades de Araguari e Uberlândia. O trecho é composto de pavimento flexível, duas faixas em cada sentido, extensão aproximada de 30 km, e é gerenciado pela iniciativa privada. Os defeitos no pavimento foram classificados criteriosamente pela norma DNIT 005/2003 – TER através de levantamento visual e fotográfico. Verificou-se que a maioria dos defeitos presentes no pavimento estavam dispostos na faixa da direita, destinada aos veículos de carga, onde houve o surgimento de trincas e deformações superficiais. As trincas do tipo couro de jacaré apresentaram estado de deterioração mais avançado, acarretando problemas estruturais ao pavimento. Conclui-se com o presente estudo, que em pontos específicos do trecho, o pavimento apresenta patologias em estado avançado de deterioração que prejudicam a passagem dos veículos, gerando desconforto e prejudicando a segurança de quem utiliza a via.

**Palavras-chave:** Pavimento Flexível. Rodovia. Patologia.

### ABSTRACT

This study analyzed the main pathologies found on the BR-050 highway between the cities of Araguari and Uberlândia. The stretch consists of flexible pavement, two lanes in each direction, approximately 30 km in length, and is managed by private initiative. The defects in the floor were carefully classified by DNIT 005/2003 – TER through visual and photographic survey. It was verified that the majority of the defects present in the pavement were arranged in the right lane, destined to the vehicles of load, where the cracks appeared and superficial deformations. Alligator leather cracks showed a more advanced deterioration state, causing structural problems to the pavement. It is concluded with the present study, that in specific points of the stretch, the pavement presents pathologies in advanced state of deterioration that hinder the passage of the vehicles, generating discomfort and damaging the safety of those who use the road.

**Keywords:** Flexible Pavement. Highway. Pathologies.

## 1. INTRODUÇÃO

As rodovias dispõem de um importante papel no cenário econômico brasileiro, pois são por elas que são escoadas as riquezas produzidas pelo país, sendo ainda um dos principais meios de locomoção. Segundo Balbo (2007) pavimentar uma via está diretamente relacionado com a melhoria do tráfego, pois quando se tem uma superfície plana regular e aderente, traz conforto e segurança a quem a utiliza. Em pesquisa realizada em 2015, a Confederação Nacional de Transportes apontou que o Brasil contava com uma malha de 213.299 km de estradas pavimentadas.

Também conhecido como concreto asfáltico de petróleo, o pavimento flexível começou a ser utilizado no Brasil em meados de 1956, o que revolucionou o mercado, dando um novo passo a utilização de pavimento de CBUQ (ZAGONEL, 2013). Sobre tudo, esse tipo de pavimento se tornou o mais utilizado no país devido principalmente ao seu simples método de execução, sendo definido como uma estrutura de camadas de espessuras pré-estabelecidas, com o objetivo de suportar os esforços solicitantes oriundos de veículos, proporcionando conforto e segurança aos usuários, conforme DNIT (2006) e Senço (2007). Sendo assim, o pavimento deve apresentar boas condições de rolamento para seus usuários, com a realização de manutenção preventiva e corretiva quando necessária.

Conforme Reis (2009) os defeitos que atingem o pavimento flexível estão diretamente ligados com a deterioração dos materiais que o constituem. Isso ocorre devido à má execução, ação intensa de veículos e projetos na maioria das vezes inadequados.

O trecho em estudo é gerido pela iniciativa privada desde meados de 2014, apresenta extensão de aproximadamente 30 km, duas faixas em cada sentido e está localizado entre as cidades de Araguari e Uberlândia. Neste artigo serão estudadas as principais patologias encontradas no trecho, indicando os possíveis fatores que ocasionaram os defeitos.

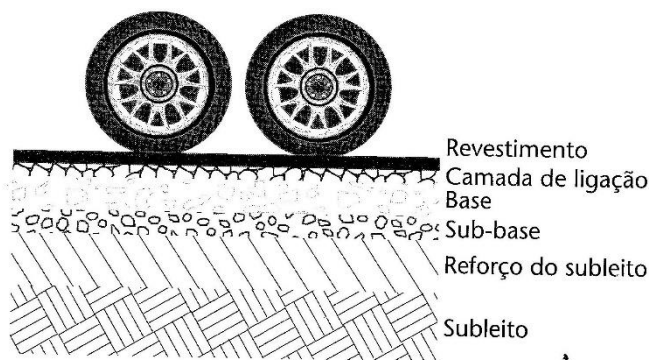
É importante diagnosticar corretamente os defeitos encontrados no pavimento, pois facilita o processo de recuperação da via, definindo a melhor técnica a ser empregada na recuperação do pavimento, tendo em vista que o custo de reparo é menor quando os defeitos ainda estão em fase inicial.

## 2. PAVIMENTO FLEXÍVEL

O trecho estudado é composto de pavimento flexível em toda sua extensão. Esse tipo de pavimento tem a capacidade de suporte diretamente ligada as características de distribuição das cargas, pois as camadas são sobrepostas umas às outras. A camada de rolamento do pavimento resiste de maneira direta a ação do tráfego, dissipando as energias as camadas inferiores (RODRIGUES, 2011). É necessário salientar que esse tipo de pavimento tem vida útil menor em relação ao pavimento do tipo rígido, e seus esforços são dissipados de formas distintas.

A estrutura do pavimento flexível é feita para receber e transmitir os esforços que nele são aplicados e dissipa-los as camadas inferiores do pavimento. Essas cargas aplicadas, são transmitidas para a fundação, sendo aliviada através das camadas, impedindo deformações no pavimento, pois cada camada constituinte do pavimento, é responsável por exercer funções específicas entre si (BALBO, 2007). Na figura 1 está disposto as camadas que constituem o pavimento flexível.

**Figura 1:** Camadas do pavimento flexível.



**Fonte:** Balbo 2007.

Segundo Senço (2007) é realizado a regularização do subleito quando o pavimento é construído sobre um terreno natural, pois o mesmo é irregular. O subleito é caracterizado como uma camada destinada a atenuar as cargas que nele são aplicadas, tendo funções que assemelham com a base.

A sub-base e a base do pavimento são tidas como a fundação do pavimento. Senço (2007) define a base do pavimento como sendo responsável por resistir os esforços verticais e

dissipa-los.

### 3. PATOLOGIAS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

As patologias no pavimento são defeitos que atingem tanto a superfície quanto as camadas inferiores, causando danos a estrutura do pavimento. Segundo Reis (2009) os defeitos que atingem o pavimento flexível estão ligados a deterioração dos materiais que o constituem. As causas que ocasionam esses problemas, estão geralmente relacionadas à má execução do pavimento, ação intensa dos veículos e projetos inadequados. A ação do tráfego altera as propriedades dos materiais que constituem o pavimento, o que faz com que uma ação que se repita por mais de uma vez provoque deslocamentos no pavimento.

Esses defeitos são classificados pela norma DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia, que define os termos técnicos empregados nos defeitos que surgem no pavimento, padronizando a linguagem adotada.

Segundo Silva (2008) as patologias que acometem o pavimento flexível são: Deformações de superfície; Defeitos de superfície; Panela; Escorregamento do revestimento betuminoso, Fendas e Remendos.

- **Deformações de superfície:**

As deformações no pavimento são os defeitos que afetam as camadas do revestimento asfáltico e podem ser identificados a olho nu (BERNUCCI et al, 2008). Entre as principais deformações permanentes no pavimento, são incluídos os afundamentos no trilho de roda, depressões, corrugações e deformações plásticas. Segundo o DNIT (2006) essas irregularidades atingem a dinâmica das cargas, a qualidade de rolamento, além de trazer riscos à segurança dos usuários da via. Quando o pavimento recebe uma série de esforços repetitivos, acarreta nele pequenas deformações que podem surgir no asfalto como afundamento no trilho de rodas.

- **Defeitos de Superfície**

Os defeitos de superfície são conhecidos como desgastes superficiais que atingem a camada de rolamento do pavimento, como a Exsudação e o Desgaste.

Segundo Bernucci et al (2008) a exsudação é caracterizada pelo excesso de ligante na

superfície do pavimento. Ainda conforme o DNIT (2006) esse defeito compromete a aderência do asfalto, pois há o surgimento de uma película na capa de rolamento.

O desgaste ocorre devido o desprendimento de material agregado da superfície do pavimento. Para Silva (2008), o surgimento do desgaste está relacionado com o intemperismo, fazendo a superfície do asfalto se tornar polida, o que prejudica a segurança a derrapagem. Executar a obra em condições climáticas adversas; oxidação do material ligante proveniente da ação do tráfego e coesão perdida entre o material ligante e o agregado, são fatores causadores dessa patologia (DNIT, 2006).

- **Panela**

A panela ou buraco como é conhecida, é um dos defeitos mais graves ocorrente no pavimento, pois ele pode ou não atingir as camadas inferiores (SILVA, 2008).

Conforme o manual do DNIT (2006) a evolução desta patologia está diretamente relacionado com a ação do tráfego. A panela pode ocorrer em qualquer área do pavimento com mais frequência nas trilhas de roda.

- **Escorregamento do revestimento betuminoso**

O escorregamento é o deslocamento da camada de betume do pavimento em relação a base da estrutura, ocorrendo o aparecimento de fendas em forma de meia lua (SILVA, 2008). É frequentemente encontrado em regiões do pavimento que há trechos de aceleração: aclives e declives; curvas; pontos de parada ou obstáculos (lombada e ponto de ônibus).

A compactação ineficiente das camadas do pavimento e a imprimação deficiente entre uma camada e outra, são algumas das causas que provocam o escorregamento (DNIT, 2006).

- **Fendas**

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

As fendas são o defeito que mais ocorre no pavimento, sendo classificados através da gravidade e tipologia.

Quanto aos tipos, as trincas isoladas são divididas em transversais longas, transversais curtas, longitudinais curtas ou longas e de retração. As trincas interligadas são divididas em trincas de bloco, onde apresentam trincas com regularidade geométrica e trinca do tipo couro de jacaré, que apresenta irregularidade geométrica e é causada devido a fadiga do pavimento, apresentando erosão em casos mais avançados de deterioração (BERNUCCI et al, 2008).

- **Remendos**

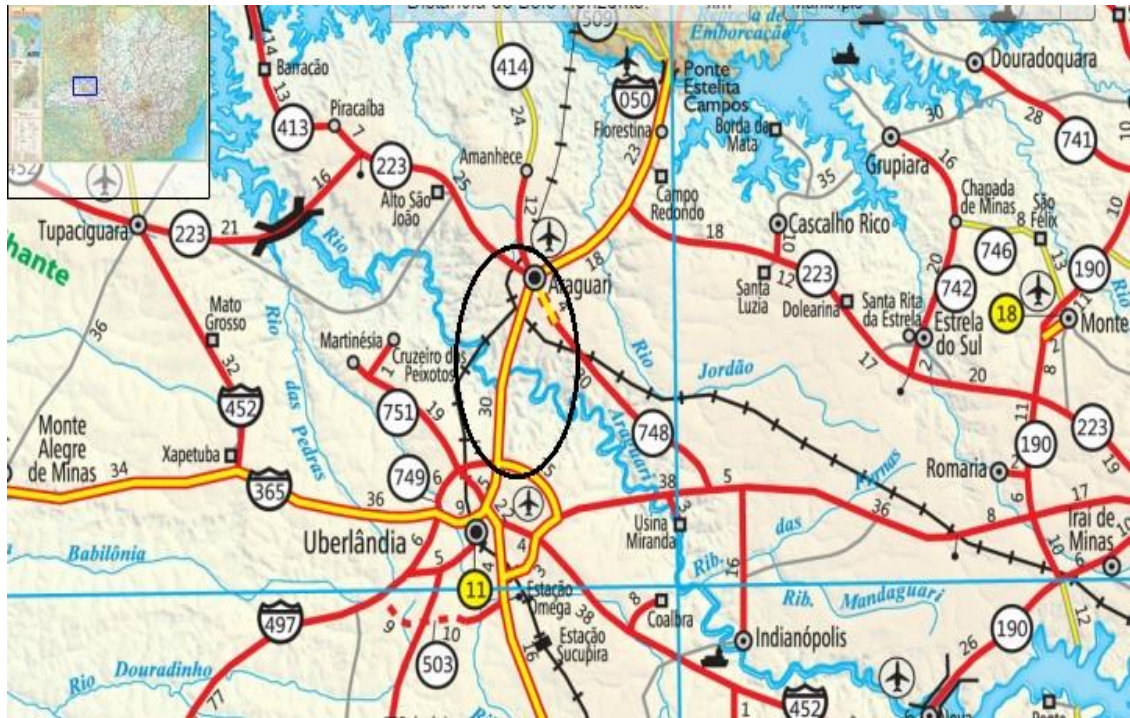
Apesar de estar relacionado a conservação e manutenção da via, o remendo é considerado uma patologia quando é mal executado. Segundo o manual do DNIT (2006) o remendo é uma parte do pavimento onde o material original foi retirado e substituído por outro. São considerados como falhas do pavimento, pois refletem o mau comportamento das camadas. São divididos em remendo profundo e superficial. O remendo profundo atinge todas as camadas do pavimento apresentando formato regular. O remendo superficial apenas corrige a patologia localizada por uma aplicação de camada de revestimento.

#### **4. CARACTERÍSTICAS DO TRECHO ESTUDADO**

A região onde foi realizado o estudo é composta por grandes indústrias, além de estar localizada estrategicamente ao centro do país, possibilitando o fácil escoamento de produtos pela rodovia, o que gera um tráfego considerável de veículos.

Segundo o DNIT, a última grande intervenção no pavimento ocorreu em meados de 2010 a 2013, com a duplicação da rodovia e a recuperação das faixas existentes. Recentemente o trecho foi concedido a iniciativa privada, a qual garante a manutenção em toda sua extensão. O trecho é composto por duas faixas em cada sentido, tendo extensão aproximada de 30 km. Na figura 2, podemos visualizar o mapa rodoviário do trecho.

**Figura 2:** Mapa rodoviário do trecho estudado.



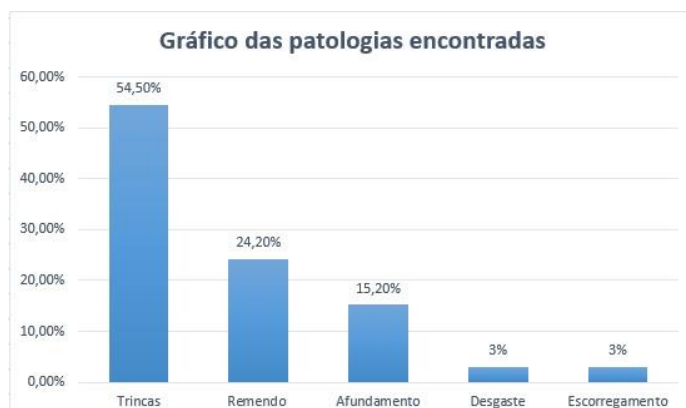
Fonte: DEER/MG

## 5. PRINCIPAIS PATOLOGIAS ENCONTRADAS

Durante a inspeção e o levantamento fotográfico foram encontradas várias patologias em diversos estados de degradação. Algumas estavam em estágio inicial e outras em estado avançado de deterioração. Das patologias encontradas destacam-se:

- Remendos
- Trincas
- Afundamentos
- Escorregamento
- Desgaste

**Figura 3:** Porcentagem das patologias encontradas.



### 5.1 REMENDOS

Dentre os remendos que foram encontrados no trecho, alguns apresentaram terem sido realizados a pouco tempo, porém geraram desconforto a passagem dos veículos. Na figura 4 temos um remendo encontrado no pavimento.

**Figura 4:** Remendo encontrado no pavimento.



Verificou-se que a patologia citada acima afetou a dirigibilidade dos veículos, conseqüentemente o conforto dos usuários, haja vista que a mesma apresenta desníveis em relação ao restante do pavimento e mais de 3 metros de extensão. Dentre os possíveis fatores que ocasionaram este problema, podemos citar a compactação deficiente do remendo, já que o mesmo sofreu um rebaixamento em relação ao pavimento.



## 5.2 TRINCAS

Dentre as trincas encontradas, a do tipo couro de jacaré foi a que apresentou estado de deterioração mais avançado, podendo gerar patologias mais graves, como buracos. Na figura 5, disposta a seguir, está representado uma trinca do tipo couro de jacaré.

**Figura 5:** Trinca couro de jacaré.



Conforme mostrado na figura 5, essa trinca do tipo couro de jacaré aconteceu em um trecho de acentuado aclave, apresentado vários trincamentos. Podemos observar que o defeito ocorreu no trilho de roda, o que pode ter sido ocasionado devido a ação intensa do tráfego de veículos, principalmente os de carga, que assumem uma menor velocidade neste trecho devido a seu peso.

Em outros trechos, foram encontradas trincas couro de jacaré em estado mais avançado, podendo gerar erosão, o que pode afetar as camadas estruturais do pavimento. Nesses locais, é necessário que sejam realizadas atividades de recuperação do pavimento, como tratamento superficial, micro revestimento asfáltico e lama asfáltica. Na figura 6 a seguir é mostrado a trinca couro de jacaré com erosão.

**Figura 6:** Trinca couro de jacaré com erosão.



Também foram encontradas trincas isoladas. Elas apareceram em grande parte do pavimento, porém não afetaram o conforto dos usuários. Na figura 6 temos uma trinca transversal curta localizada no bordo lateral da pista, apresentando tamanho inferior a 100 cm de comprimento. Para esse tipo de defeito, devem ser realizados trabalhos de selagem, pois esse defeito não afeta a condição de conforto do usuário. A selagem de trincas é necessária para evitar que a água infiltre no pavimento e prejudique as camadas inferiores.

### **5.3 AFUNDAMENTOS**

Foram encontrados afundamentos plásticos em alguns trechos do pavimento, principalmente em locais críticos como aclives e declives onde os veículos exercem forças de aceleração e frenagem mais intensas. Em determinado local, foi encontrado um afundamento que prejudicou a dirigibilidade dos veículos, tendo extensão de 10 metros de comprimento e estando disposto na faixa da direita, destinada aos veículos de carga.

Na figura 7 podemos visualizar a patologia onde está evidente o trilho de roda e o levantamento do bordo lateral, principais características desse defeito.

**Figura 7:** Afundamento do trilho de roda.



Em outro local, porém de aclive, foi encontrado o mesmo defeito. A patologia apresentou extensão maior que a descrita anteriormente e estava localizada também na faixa da direita. Por se tratar de um trecho de subida, e extremamente íngreme, os veículos pesados utilizam com maior frequência a faixa da direita. O excesso de peso desses veículos pode ter ocasionado o problema.

Ao passar pelo local, o mesmo gerou um grande desconforto devido aos bordos laterais estarem elevados. Para o tratamento deste local, é sugerido que seja realizado a fresagem ou o recapeamento para a recuperação de camadas subjacentes que possam ter sido prejudicadas. Na figura 8 está disposto um afundamento encontrado em trecho de aclive.

**Figura 8:** Afundamento encontrado em trecho de aclive.



#### 5.4 DESGASTE

Em apenas um trecho da rodovia foi encontrado patologia do tipo desgaste. A patologia apresentou aspereza superficial, falta de ligante na superfície e perda de material agregado, estando localizada nas duas faixas do pavimento. A execução do pavimento em condições climáticas adversas e perda de coesão entre o ligante e o agregado podem ter ocasionado o problema. Na figura 9 é mostrado o desgaste encontrado no trecho.

**Figura 9:** Desgaste superficial encontrado na rodovia



#### 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da inspeção e o levantamento fotográfico foi possível realizar um levantamento visual e fotográfico e assim diagnosticar as principais patologias encontradas no trecho.

Dentre as principais patologias, destacaram-se as trincas como sendo a patologia mais presente no pavimento em toda sua extensão. Essa patologia associa-se com defeitos de retração do pavimento e recalque, o que pode ter ocasionado o surgimento de tantas trincas no pavimento.

As trincas do tipo couro de jacaré apareceram com maior frequência no trilho de roda, em alguns casos apresentaram erosão, o que prejudica e muito a vida útil do pavimento, pois em períodos chuvosos a água infiltra nesses locais prejudicando as camadas inferiores do pavimento.

Os afundamentos foram os defeitos que mais prejudicaram a dirigibilidades dos veículos, pois apresentaram levantamento dos bordos laterais e afundamento do trilho de roda,

o que prejudicou a segurança dos veículos ao passar pela patologia.

O fato de não ter sido encontradas patologias como buracos, que são defeitos mais graves, pode estar relacionado com o aspecto da rodovia ser gerenciada pela iniciativa privada, onde há uma manutenção preventiva e corretiva mais intensa quando comparado com os pavimentos gerenciados pela gestão de poder público.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo. Oficina de textos, 2007.

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.

DNIT, Rio de Janeiro. **Manual de Pavimentação**. Dnit, 2006. 278 p. Disponível em: [https://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/manuais/Manual\\_de\\_Pavimentacao\\_Versao\\_Final.pdf](https://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf).

REIS, Nuno Filipe dos Santos. **Análise estrutural de pavimentos rodoviários: Aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço**. 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139414347/Tese\\_FINAL.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139414347/Tese_FINAL.pdf). Acesso em: 20 set. 2016.

RODRIGUES, José Luís Azevedo. **Conceção de Pavimentos Rígidos**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Feup, Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63481/1/000149988.pdf>. Acesso em: 19 set. 2016.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2ª Ed. São Paulo: Pini, 2007.

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

ZAGONEL, Ana Regina. **Inovações em Revestimentos Asfálticos Utilizados no Brasil**.

2013. 115 f. Tese (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/normas/download/pavimentacao/PAV\\_Flexiveis\\_Recup\\_de\\_Defeitos\\_em\\_Pav\\_Flexiveis.pdf](http://www1.dnit.gov.br/normas/download/pavimentacao/PAV_Flexiveis_Recup_de_Defeitos_em_Pav_Flexiveis.pdf).