

PATOLOGIAS ENCONTRADAS NA RODOVIA DE PAVIMENTO FLEXÍVEL BR-101 SUL KM 80 A 82 NO MUNICÍPIO DE JOBOATÃO DOS GUARARAPES-PE E ADJACÊNCIAS: UMA ANÁLISE CRÍTICA

Alexandre Henrique Queiroga Barros Filho¹

Rafael Fernandes Patrício²

Williams da Silva Guimarães de Lima³

Luiz Florival Cipriano⁴

RESUMO

O Brasil detém uma extensa área territorial e paralelamente a este fato, dispõe também rodovias que se estendem por todo o seu território. As rodovias são de extrema importância no aspecto socioeconômico, tendo em vista que sua função é proporcionar acesso e mobilidade, dispondo de uma ampla extensão de estradas ao longo do território de escala continental. Essas rodovias pavimentadas apresentam em alguns casos, tipos de patologias, desde pequenas fissuras a grandes panelas que acarretam vários transtornos aos condutores. Diante do exposto, o presente artigo aborda pontos técnicos importantes os quais influenciam nas propriedades do pavimento asfáltico situado na região metropolitana do Recife-PE, em um trecho de 30 km da BR-101, no qual foi delimitado o estudo entre os quilômetros 80 a 82. Foram identificadas durante a análise, problemas como panelas, trincas, fissuras, afundamentos, dentre outras patologias. Sugere-se que as causas desses elementos devem estar relacionadas as falhas de projeto e execução, além da falta de conservação e manutenção apropriada. Para isso foram realizados levantamentos do estado da arte, buscando nas bibliografias especializadas na área e nas normas técnicas, identificando e analisando a causa desses problemas e suas possíveis soluções.

Palavras-Chave: Patologia. Rodovia. Pavimento flexível.

ABSTRACT

Brazil has an extensive territorial area and in parallel to this fact, it also has highways that extend throughout its territory. Highways are extremely important in socioeconomic terms, given that their function is to provide access and mobility, with a wide range of roads along the continental scale. These paved highways have, in some cases, types of pathologies, from small cracks to large pots that cause various inconveniences to drivers. Given the above, this article addresses important technical points which influence the properties of the asphalt pavement located in the city of Jaboatão dos Guararapes-PE, in a 30 km stretch of BR-101, in which the study between kilometers 80 was delimited to 82. Problems such as pans, cracks, cracks, sinking, among other pathologies, were identified during the analysis. It is suggested that the causes of these elements must be related to design and execution failures, in addition to the lack of proper maintenance and maintenance. To this end, surveys of the state of the art

¹Graduando em Engenharia Civil – Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, PB – (alexandre.surf5@gmail.com),

²Graduando em Engenharia Civil – Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, PB

³Professor do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, PB – (prof1638@iesp.edu.br) –

⁴Professor do Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, PB (ciprianoprofessor10@gmail.com)

were carried out, looking in the specialized bibliographies in the area and in the technical standards, identifying and analyzing the cause of these problems and their possible solutions.

Keywords: Pathologies-Highway-Flexible pavement.

1 INTRODUÇÃO

A história e o desenvolvimento da pavimentação remontam à antiguidade, onde os veículos de tração animal eram o meio de transporte muito utilizado, pois desse aspecto derivavam rodas de madeira e aço, o que resultou na necessidade de revestimento superficial. Na era moderna, no início do século XIX, houve uma evolução dos automóveis, asfalto e ferrovias (ANDRADE, 2007). As rodovias no Brasil são de suma importância para o desenvolvimento do país, se for considerado o aspecto socioeconômico, observa-se que a circulação dos insumos que movimentam a economia é realizada através de rodovias e, por este motivo, faz-se necessária uma análise criteriosa sobre as condições dos pavimentos flexíveis que são constituídas a maioria das vias terrestre brasileira (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006).

Ainda discorrendo sobre a importância das rodovias, de acordo com os dados obtidos pelo anuário da CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, o Brasil evoluiu de 2001 até 2017, cerca de quarenta e dois mil quilômetros de malha rodoviária pavimentada total. Já Pernambuco, que tem o município de Jaboatão dos Guararapes, onde se localiza a área objeto de estudo, mostra uma evolução da malha rodoviária pavimentada com cerca de mil e trezentos quilômetros. Diante do exposto, tais dados mostram o crescimento amplo das rodovias pavimentadas, melhorando o deslocamento de toda a sociedade e influenciando positivamente no que se diz respeito a expansão territorial.

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 Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (ZAGONEL, 2013). Esse tipo de pavimento é mais utilizado no país por conta de aplicabilidade simples, no tocante ao método de execução, sendo definido como uma estrutura de camadas com espessuras pré-estabelecidas, objetivando suportar os esforços solicitantes oriundos de veículos, proporcionando conforto e segurança aos usuários (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 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.

O pavimento tem como sua função principal promover o tráfego de forma segura e regular, durante todo o seu período de vida útil, porém o que se depara no caso apresentado referente a BR-101 sul, entre os quilômetros 80 a 82, localizado no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, estendesse por quase todas as rodovias asfálticas do Brasil, ocorrendo com isso algumas patologias, tais como, fissuras, trincas, painéis entre outros.

Bernucci *et al.* (2008, p. 13) ainda sobre o assunto complementa:

Há várias razões para o uso intensivo do asfalto em pavimentação, sendo as principais: proporciona forte união dos agregados, agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável; é impermeabilizante, é durável e resistente à ação da maioria dos ácidos, dos álcalis e dos sais, podendo ser utilizado aquecido ou emulsionado, em amplas combinações de esqueleto mineral, com ou sem aditivos (BERNUCCI *et al.*, 2008, p. 25).

A partir desses fatos indaga-se, qual a principal causa para a existência dessas manifestações patológicas? Quais os procedimentos que se deve adotar do ponto de vista do método de engenharia civil, buscando evitar as patologias? Quanto ao primeiro questionamento, dentre os vários fatores, além da má elaborado e execução do projeto, pode-se atribuir um mais importante, que é peculiar da região, pois compreende formação geológica de uma bacia sedimentar. Se consideramos que o solo aparentemente não encontra bem compactado, pode corroborar de forma direta para o surgimento das patologias encontradas na área de estudo. Em resposta ao segundo questionamento, deve-se adotar o básico aplicado para este tipo de obras de construção civil, que seria a manutenção preventiva obedecendo as normas vigentes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, por exemplo.

De acordo com a CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, as características dos materiais que constituem o pavimento mudam com o uso e deterioram-se gradualmente (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, 2018a). Essa deterioração não está relacionada apenas à vida útil das calçadas, mas também às características do tráfego e às condições climáticas. Para manter um nível de serviço suficiente em termos de rolamentos, segurança e capacidade de carga de tráfego, medidas de restauração devem ser tomadas.

Sobre as patologias a Confederação Nacional de Transportes ainda complementa:

A solução dos problemas causados pela deficiência na infraestrutura rodoviária brasileira está relacionada à estratégia de investimentos. Além de um maior volume de recursos, é preciso garantir a continuidade dos aportes e a agilidade das intervenções de forma a solucionar os entraves identificados e preparar o sistema de transporte para a demanda futura (CNT, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho busca, identificar as possíveis razões para o surgimento das patologias a partir de uma análise crítica, onde foram obtidos dados e verificação de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) atuais. Partindo desse pressuposto, a pesquisa tem como objetivo principal, conhecer os tipos e as possíveis causas das patologias típicas de pavimento flexível, observando o nível e deformações apresentadas na BR - 101 sul, entre os km 80 a 82, localizado no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, estabelecendo relação entre cada uma delas e os métodos construtivos mais adequados para a sua conservação/reabilitação. Observando os problemas acima, é possível entender alguns aspectos relevantes a estes fenômenos a saber:

- Identificar as patologias no pavimento flexível das pistas de rolamento encontrados no município de Jaboatão dos Guararapes-PE;
- Considerar quais são os possíveis problemas, causas e manifestações patológicas encontrados no pavimento;
- Identificar as patologias em estado avançado de deterioração que prejudicam a passagem dos veículos, gerando desconforto e prejudicando a integridade física dos usuários;
- Conhecer as necessidades e os tipos de manutenção e reabilitação do pavimento na área objeto de estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O PAVIMENTO

Segundo o Manual da Pavimentação do DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, (2006), o pavimento na rodovia é uma estrutura

de múltiplas camadas, onde todas apresentam diferentes funções, apoiadas e construídas sobre o subleito na fundação do pavimento. Segundo Faleiros (2005), os alvos rodoviários são divididos em três pontos:

- Resistência e distribuição relacionadas a esforços verticais de transporte;
- Melhorar as condições de rolamento em termos de conforto e segurança;
- Resistir ao estresse de abrasão horizontal⁵, tornando a superfície de trabalho mais durável.

A Figura 1 ilustra o esquema de camadas de um pavimento, no qual podemos observar que existe a solução de que todos os andares do piso têm 14 metros de comprimento. O tamanho da espessura do pavimento depende de fatores como pesquisas de tráfego, pesquisas geotécnicas e materiais utilizados (SOLANKI; ZAMAN 2017).

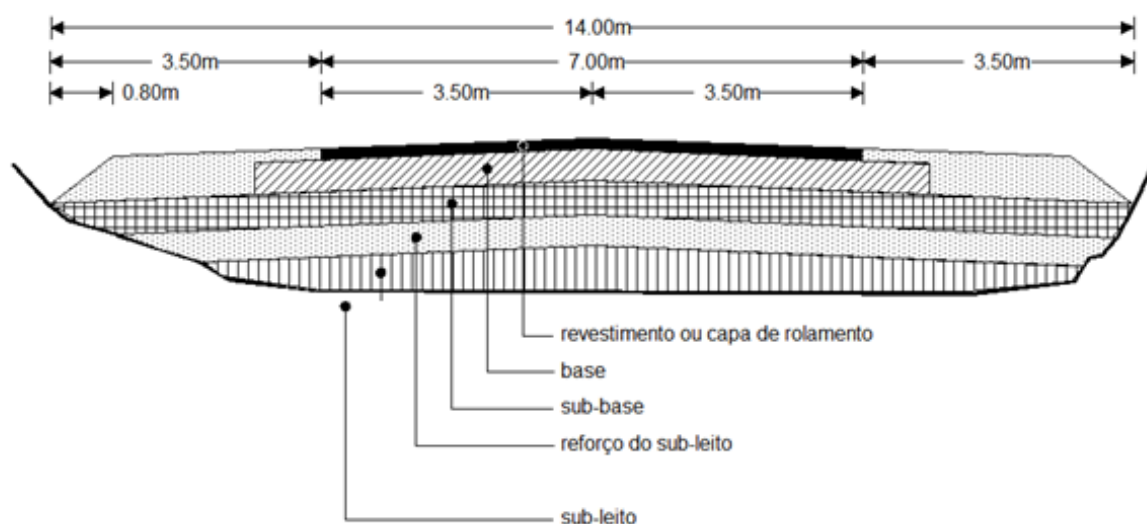


Figura 1 – Esquema das camadas de um pavimento observando as diferentes funções, apoiadas e construídas sobre o subleito na fundação do pavimento.

Fonte: Faleiros, 2005, p. 4.

Em se tratando de revestimento é a primeira camada das cinco existentes no pavimento asfáltico flexível e ficando na parte superior, ou seja, a mesma recebe todas as cargas do tráfego diretamente e transmite para as camadas inferiores (FALEIROS, 2005, p.6).

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

Este esse autor complementa ainda que os revestimentos asfálticos várias vezes são divididos em duas ou mais camadas por procedimentos construtivos e de custo, estabelecendo-se a seguinte ordem:

- 1- Camada de rolamento: é a camada superficial do pavimento, diretamente exposta em contato com as cargas e com ações ambientais;

⁵ De acordo com o dicionário da engenharia, abrasão horizontal significa desgaste/atrito horizontal.

- 2- Camada de ligação: é a camada mediadora, também em mistura asfáltica, entre a camada de rolamento e a base do pavimento flexível;
- 3- Camada de nivelamento: é a primeira camada de mistura asfáltica empregada na execução de reforços (recapeamento), com a função de corrigir os desníveis em pista, afundamentos localizados, enfim, nivelar o perfil para posterior execução da nova camada de rolamento;
- 4- Camada de reforço: nova camada de rolamento, após anos de uso do pavimento flexível existente, executada por razões funcionais, estruturais ou as duas. Conhecida popularmente como: “Recape”, recapeamento ou “pano asfáltico”.

Discorrendo sobre a base, que tem uma importante função de resistir e distribuir as forças horizontais oriundas dos veículos que exercem o peso próprio sobre o pavimento. Já a sub-base, exerce a função de uma camada complementar a base que pode ser executada quando por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura de base (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006).

O tipo de base a ser escolhida irá depender das cargas presentes no piso, notadamente as cargas móveis, que quando muito pesados, exigem uma base com maior capacidade de suporte; outro fator importante é a oferta de materiais disponíveis na região. Podemos dividir as bases quanto ao tipo como sendo cimentadas, tratadas quimicamente e as granulares (não cimentadas) (LPE Blog, 2017).

O reforço do subleito é uma camada granular do pavimento, executada com o objetivo de melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito podendo ser executada sobre o mesmo (melhorando a capacidade estrutural) e de reduzindo espessura da sub-base (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006).

A Arteris uma das maiores companhias do setor de concessões de rodovias do Brasil, publicou no ano de 2015, uma especificação o particular estabelecendo a sistemática a ser empregada no transporte, aplicação e aceitação da regularização, melhoria e preparo do reforço de subleito. No mesmo artigo ela citou as condições gerais para que seja feito o reforço do subleito, que são:

1. Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva;
2. A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade para execução da camada do reforço do subleito;
3. Durante todo o tempo de execução do reforço do subleito, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

Considera-se que dado subleito composto de solo com pequena resistência aos esforços verticais (de cisalhamento) que ocorreriam sobre a sua superfície. Neste caso, é preciso pensar em se executar sobre o subleito uma camada de solo de melhor qualidade, que sirva como um reforço sobre a camada de superfície, de maneira que a fundação subjacente a esse esforço receba pressões de menor grandeza, compatíveis com sua resistência (BALBO, 2016, p.37).

Segundo Senço (2007), a utilização de armadura de subleito não é obrigatória, pois teoricamente, a maior espessura da camada superior pode aliviar a pressão sobre o subleito, mas a resistência vertical é pequena. No entanto, por razões econômicas orienta-se utilizá-la (a camada de reforço), visto que a baixa resistência para os subleitos, seria necessárias camadas mais espessas de base e sub-base, para os pavimentos flexíveis.

O subleito é a camada mais profunda dentre todas citadas, sendo a mesma, o terreno de fundação do pavimento flexível (BALBO, 2016, p. 37). No que diz respeito ao leito, o efeito exercido em sua superfície será reduzido em sua profundidade, sendo assim, sugere-se dá atenção à camada superior, na qual a força de tração é mais efetiva. O leito da estrada será composto de materiais naturais consolidados e compactados (se a estrada for cortada), ou transportados e compactados (para aterros) (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006).

2.2 PATOLOGIAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL

O pavimento flexível é aquele que inclui sempre um revestimento betuminoso, cujo material é o asfalto que forma a camada de revestimento, um material granular que constitui o substrato e outro material granular ou solo que constitui a base. Comparado ao pavimento rígido, o flexível apresenta uma deformação elástica maior e mais elevada, que no ambiente rodoviário causado por deflexão (RODRIGUES, 2011).

De acordo com Balbo (2017) e Silva (2008), é o pavimento flexível no qual a absorção de esforços ocorre entre as camadas de forma dividida, em que as tensões verticais se localizam nas camadas inferiores concentradas próximo da aplicação da carga. Silva (2008), considera que patologias que acometem o pavimento flexível são: Defeitos de superfície (exsudação e desgaste); Deformações de superfície; Escorregamento do revestimento betuminoso⁶; Fendas; Panela e Remendos. Adlinge e Gupta (2013), sugerem que as rachaduras induzem à desintegração da superfície, originando o aparecimento de painelas, popularmente conhecidos como buracos. Essa trinca, geralmente, está atrelada a problemas de base ou drenagem.

O desgaste está ligado tanto ao tráfego quanto ao intemperismo, provocando escabrosidade superficial no pavimento, ou seja, os agregados soltam-se de forma progressiva, com o tráfego.

O desgaste é provocado pelos seguintes motivos: Redução da ligação existente entre o agregado e o ligante devido à oxidação do ligante e pela ação combinada do tráfego e dos agentes intempéricos; Perda de coesão entre o agregado e ligante à presença de poeira ou sujeira no momento da construção; Execução da obra em condições meteorológicas desfavoráveis; Presença de água no interior do revestimento que originam sobrepressões hidrostáticas capazes de provocar o deslocamento da película betuminosa; Deficiência localizada de ligante asfáltico nos serviços de penetração decorrente de entupimento dos bicos ou má regulagem na barra espargidora (DNIT, 2006).

A exsudação⁷ assim como o desgaste também se classifica como defeitos de superfície sobre este assunto Bernucci *et al.* (2006), entende que “a exsudação do asfalto ocorre em sua superfície, por conta da dilatação do asfalto no calor, o qual encontra dificuldade em ocupar espaço devido ao baixo volume de vazios ou ao excesso de ligante, havendo menor viscosidade do asfalto e conseqüente envolvimento dos agregados grossos e redução da macro textura.”

⁶ De acordo com o dicionário da engenharia civil betume é uma pasta usada na regularização de superfícies a pintar.

⁷ De acordo com a CNT (2018) “a exsudação do asfalto forma um filme de material betuminoso na superfície dos pavimentos dando um aspecto brilhoso. Geralmente ocorre devido a presença de ligantes em excesso, quando a temperatura está elevada o asfalto se dilata e esse ligantes, devido à dificuldade de ocupar espaços vazios ou por estarem em excesso, migram para a superfície do pavimento”.

As deformações de superfície podem ser conceituadas como irregularidades que danificam as camadas do revestimento asfáltico, podendo ser visivelmente reconhecidas (CNT, 2018c).

O (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006), afirma que essas irregularidades atingem a dinâmica das cargas, a qualidade de rolamento, além de trazer riscos à segurança dos usuários da via. Em se tratando de Escorregamento do revestimento betuminoso, ocorre devido ao enfraquecimento da resistência da massa asfáltica e a ausência da aderência entre o revestimento e faixa subjacente.

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). De acordo com este Departamento, considera que a rachadura num pavimento asfáltico, pode ser definida como qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, se for considerada as aberturas de maior ou menor tamanho.

A panela ou buraco como é conhecida, é um dos defeitos mais graves ocorrentes no pavimento, pois ele pode ou não atingir as camadas inferiores (SILVA, 2008). Segundo (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006), remendos é considerado uma patologia quando é mal executado, pois trata-se de uma Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de tapa-buraco. A evolução desta patologia está diretamente relacionada com a ação do tráfego. A panela pode ocorrer em qualquer área do pavimento com mais frequência nas trilhas de roda (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2006).

2.3 GEOLOGIA DA REGIÃO

Com o objetivo de garantir as condições de conforto, segurança e economia na construção da rodovia, além dos condicionantes geométricos do traçado, é necessária continuar levantamentos geológicos e geotécnicos da região a serem ultrapassados que constituem noções básicas de drenagem e testes de estabilidade de trincheiras e túneis, aterros e eles áreas de apoio, fundações de obras de arte e dimensionamento de calçadas.

Para reforçar sobre a importância do conhecimento geológico da região se faz a seguinte afirmação.

O estudo geológico do solo juntamente com o geotécnico obtém as informações necessárias para o dimensionamento das camadas do pavimento, a espessura do pavimento rígido é determinada pelo parâmetro relativo ao suporte do subleito que é determinado pelo coeficiente de recalque (k) obtido através de prova de carga estática (ALBUQUERQUE, CARLOS E SILVA, LUCAS, 2017, p.16).

A região é composta pela Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba, que é um tipo de estrutura geológica caracterizada pela formação de depressões relativas ou absolutas devido ao acúmulo de sedimentos (partículas rochosas), formando várias camadas de rocha sedimentar. Situa-se a margem leste do país, no Norte, faz fronteira com a plataforma da Praça de Touros, no Sul o limite geológico com a bacia de Sergipe-Alagoas e é dividido nas bacias de Pernambuco (ou na Bacia do Cabo, de acordo com Córdoba *et. al.*, 2007, p1) e Paraíba, separados pelo Lineamento de Pernambuco.

A Figura 2 apresenta a Bacia Sedimentar Pernambuco e Paraíba, onde está localizada a área objeto de estudo.

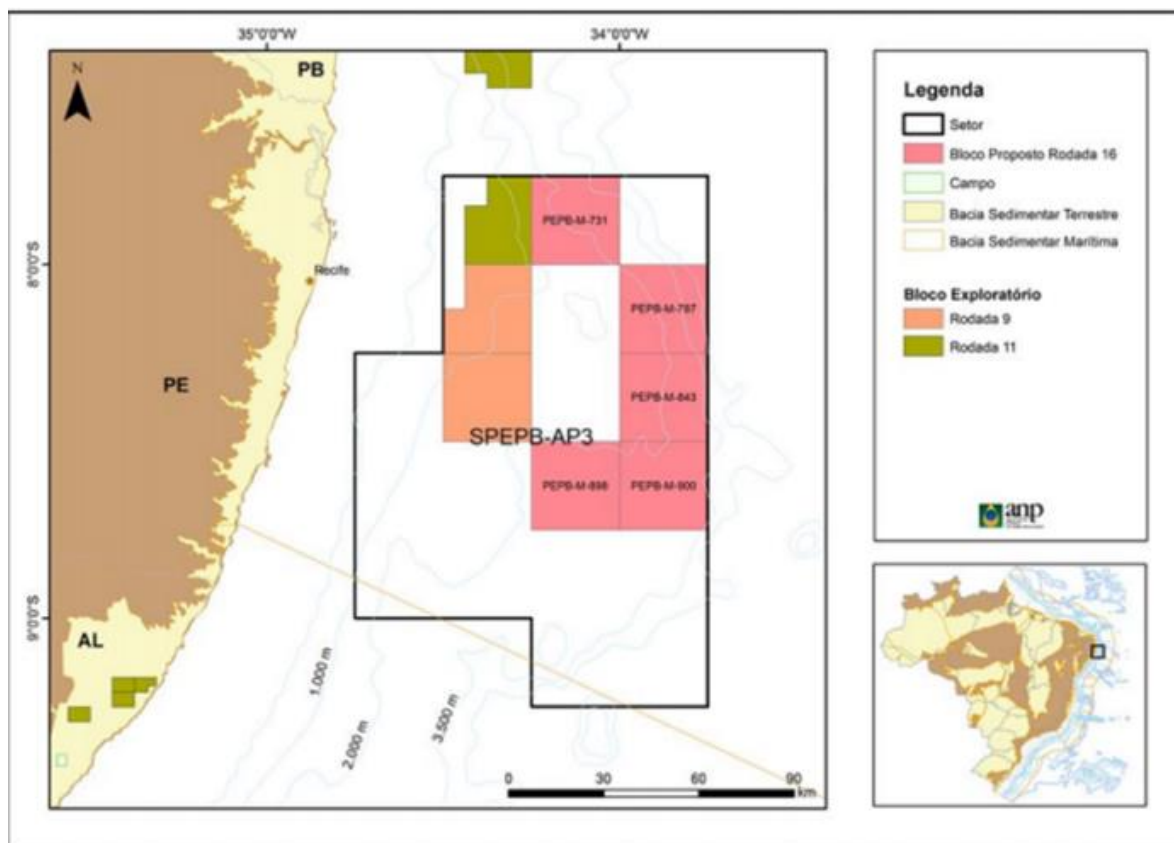


Figura 2 – Bacia sedimentar Pernambuco-Paraíba, onde se localiza a BR 101, sul no estado de Pernambuco.

Fonte: Mikael, *et. al.*, 2019, p1.

Augusto (2007, p.77), considera que as irregularidades do solo existente na área objeto, torna mais difícil ainda apresentar um cálculo estrutural, visto que em terrenos irregulares ou inclinados, faz-se necessário projetar estruturas com desníveis para atender a necessidades estruturais, no tocante a construção de uma rodovia. Deve-se levar também em consideração que a área apresenta por anos, fenômenos de risco geológicos urbano já conhecidos, tais quais os desmoronamentos e deslizamentos são mais comuns, colocando em risco a integridade física dos usuários, além de causar acidentes fatais e deixando um número substancial de feridos.

3 METODOLOGIA

Na primeira etapa da pesquisa, foi realizado levantamento de dados bibliográficos acerca do tema principal e afins, buscando compreender quais os indícios de manifestação patológicas em pavimento flexível, quais os tipos de manifestações patológicas que podem existir em pavimento asfáltico, suas terminologias e características, além das atividades de manutenção e reabilitação. Para desenvolver uma análise crítica descritiva e qualitativa, do tema principal, foram consultados durante o desenvolvimento da pesquisa bibliografias especializadas, em material publicado, principalmente livros, artigos de periódicos, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT e pesquisas na internet, coletadas no *Google* acadêmico.

A segunda etapa versa na definição do método utilizado, levando em consideração os dados obtidos na internet, sobre patologias em pavimento asfáltico, conforme especifica a NORMA do DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 006/2003 – PRO, onde em condições previamente estabelecidas sugere a

contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes de rodovias.

A terceira etapa se deu na escolha da área objetivo de estudo, onde foi escolhido o trecho localizado no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, na BR - 101 Sul, entre os Km 80 a 82 por considerar um local onde mais apresenta patologias, devido grande fluxo de veículos, gerando assim, repetições de cargas ao pavimento.

A quarta etapa consiste na obtenção de dados para somar com as pesquisas bibliográficas. Sendo assim, foram coletadas fotografias obtidas do *Google Earth* e reportagem realizada no trecho, área objeto de estudo, divulgada em rede local, destacando as patologias no pavimento flexível.

A quinta etapa consiste na análise crítica dos métodos construtivos de rodovia em pavimento flexível. Após a realização do experimento, foi possível identificar os tipos de patologias do pavimento, para posteriormente relatar os problemas e suas causas, bem como, identificar possíveis necessidades de manutenção e reabilitação.

A sexta etapa consiste na finalização do trabalho da pesquisa, concomitantemente com todas as outras etapas realizadas, com os dados trabalhados e analisados, chegou-se as suas respectivas considerações e sugestões finais.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A área objeto de estudo se localiza na BR 101 sul, entre os km 80 a 82, da cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE, onde se identificou, a má conservação e patologias desta rodovia tais como, painéis, remendos desgastes, fissuras e trincas. Esse trecho em perímetro rodoviário se encontra em condições que geralmente ocasiona transtorno aos usuários que utilizam parte dessa rodovia para transportar insumos a sociedade de um modo geral, movimentando a economia e traslados do trabalho para casa.

Em se tratando da pesquisa sobre o trecho acima mencionado, área objeto de estudo, foi exibida uma reportagem em rede de televisão nacional, onde são apresentadas as más condições da rodovia, destacando principalmente as suas patologias, causando problemas no tráfego. A matéria apresenta principalmente os principais problemas, que mais causam transtornos aos usuários, conforme em destaque abaixo.

Na BR 101, na região metropolitana do Recife, um trecho de 30 km custa aos motoristas, em média, três horas de viagem. Os buracos se espalham por toda a extensão da estrada, mas há quatro trechos mais prejudicados. Um deles fica no litoral sul do estado. É a principal rota para chegar a praias famosas, como Maracáipe e Porto de Galinhas. É caminho também para grandes empreendimentos do Estado, como o Porto de Suape e a refinaria Abreu e Lima. O acostamento afundou, o mato cresceu, a sinalização quase não existe mais. Uma estrada que mais parece uma pista de rali (Jornal Hoje, 2017).

A reportagem aponta ainda relatos dos usuários que afirma as más condições desse trecho, onde o transtorno de se locomover nessa rodovia é constante, conforme depoimento do Vice-presidente da Federação da Empresas de Cargas do estado de Pernambuco, Senhor Denilson Gibson Sobrinho. “Antigamente, a gente conseguia fazer vinte e cinco (25) entregas no dia. Hoje, a gente consegue nove (09), no máximo”

Levando em consideração esse depoimento, exibido pela reportagem, entende-se que termos socioeconômicos provoca um grande déficit na circulação de mercadorias. Estudos realizados por Vieira Filho (2017), nesta parte da BR 101 sul, notadamente entre os km 80 a 82 da Região Metropolitana do Recife, que se estende por um trecho de aproximadamente 30 km, foi identificado rompimentos no pavimento causado pela infiltração.

Segundo este autor, a opção de recuperar o pavimento foi adotando a metodologia de recapeamento superficial, porém a solução correta seria uma recuperação total da estrutura, atendendo as normativas dos aspectos construtivos de pavimentos rodoviários, tais como: DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM-PRO 010 e 011, que trata da avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM-PRO 159 e 259-TECNAPAV, que trata da restauração de pavimentos flexíveis. Considerando os métodos construtivos de uma rodovia, observadas na literatura, entende-se que para a construção de recapeamento, deve-se levar consideração uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento já existente, incluindo, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, dependendo das condições da rodovia, seguida de uma camada com espessura uniforme.

Partindo desse pressuposto, não se considera o recapeamento nesta parte do trecho da rodovia BR 101 sul, entre os km 80 a 82, da cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE, a melhor opção para resolução do problema, observando que o trecho se encontra praticamente todo comprometido. O ideal seria revitalizar toda estrutura do pavimento flexível rodoviário desde o início, levando em consideração seus aspectos construtivos, como o revestimento, base e sub-base e subleito.

A Figura 3, apresenta patologias no pavimento flexível da BR 101 sul, entre os km 80 e 82, da região metropolitana do Recife, área objeto de estudo. Essa parte do trecho é comum ocasionar transtornos aos usuários, causando danos aos veículos, atrasos em viagens, além de provocar acidentes, por vezes fatais e aumentando o déficit na economia local e região.



Figura 3. Trecho (km 80) da rodovia BR 101 sul, apresentando patologia em sua estrutura do tipo panela (buracos), ocasionando transtornos aos usuários.

Fonte: Jornal Hoje/2017.

As Principais patologias apresentadas no trecho foram:

-Painéis: conforme já mencionadas são cavidades (buracos) que se formam no revestimento asfáltico, devido a desintegração do pavimento e grande umidade em camadas de solo;

-Remendos: se for considerado sua construção não obedecendo os métodos construtivos de pavimento já abordados na literatura, podem ser considerados patologias;

-Desgaste: É o desprendimento de agregados da superfície ocasionado pela circulação de veículos, principalmente os mais pesados, além de uma má compactação, infiltração d'água, entre outros;

-Deformações de superfície: se deforma principalmente pela presença da água infiltrada.

A Figura 4 representa um caso de panela que começou pelo acostamento e que aos poucos invadiu a rodovia (BR 101 sul). Ao longo desta rodovia pode-se encontrar vários buracos.



Figura 4: Rodovia BR 101 sul localizada na região metropolitana de Recife-PE, onde pode ser observada a existências de Panelas no pavimento, se estendendo para a rodovia de pavimento flexível.

Fonte: Google Earth, 2020.

As panelas encontradas são oriundas das trincas, afundamentos e desgastes, causada pela água na qual foi comprimida, como a mesma não pode ser reprimida tende a danificar as camadas do pavimento desagregando-as e amolecendo, aumentando o afundamento até gerar a panela. O remendo apesar de ser uma forma de manutenção, quando mal executado é considerado uma patologia, conforme o caso destacado na Figura 5.



Figura 5: Conforme já comentado o remendo é considerado uma patologia quando mal executado, conforme mostra a figura acima.

Fonte: Google Earth, 2020.

A Figura 6 apresenta o desgaste, onde considera-se quando o pavimento apresenta rugosidade 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 pode ter causado o problema.



Figura 6: A figura acima mostra o desgaste que é constantemente visto ao longo de todo o pavimento.

Fonte: Google Earth, 2020.

Conforme apresentada na Figura 7 em alguns trechos da rodovia, foram observados colapsos de afundamentos, devido a deformações permanentes. O enfraquecimento de uma ou mais camadas em decorrência da infiltração de água, são indícios para o aparecimento desse tipo de patologia.



Figura 7: Afundamento visivelmente crítico ao longo do trecho da Br.

Fonte: Google Earth, 2020.

De acordo com Ribeiro (2017), o revestimento asfáltico na composição de pavimentos flexíveis é uma das soluções mais tradicionais e utilizadas na construção e recuperação de vias urbanas, vicinais e de rodovias. Diante do exposto, em todo o trecho, apresenta várias patologias, desestruturando toda a rodovia localizada no trecho estudado. Além disso dificulta o tráfego, potencializando a ocorrência de acidentes pela falta de segurança. Tais patologias foram ocasionadas provavelmente, de acordo com a literatura consultada pelos diversos erros de execução ou falha de projeto. Para recuperação de um pavimento, é necessária uma revitalização de toda a estrutura levando em consideração os aspectos construtivos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão, se trata de uma análise crítica e técnica destacando o trecho da BR 101 sul entre os km 80 e 82 localizados no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, que compreende a região Metropolitana do Recife. Através de observações e levantamento fotográficos obtidos, foi possível identificar um panorama geral da área objeto de estudo, buscando, entender por que motivos esses tipos de patologias se manifestam. No trecho do km 80 foram identificadas patologias principalmente do tipo panelas. Já no trecho do km 81 são observadas patologias dos tipos remendos e desgaste e no trecho do km 82, identificou-se patologias principalmente do tipo deformações de superfície.

Em se tratando dessas manifestações patológicas encontrados nos trechos acima mencionados, deve-se levar em consideração segundo observações encontradas na literatura, onde por exemplo, no trecho do km 80 a patologia do tipo panelas, pode ser um forte indício de má execução da preparação do pavimento flexível que foi implantado neste trecho. Considerando ainda as consultas obtidas na literatura, o trecho do km 81 se observou as patologias do tipo remendos e desgaste, uma situação que pode estar associada a geologia da área, pois por se tratar de uma região de bacia sedimentar onde os tipos de solo encontrados podem não está bem compactados. Caso semelhante acontece no km 82 onde foram identificados os mesmos tipos de patologias.

O estudo de caso revelou patologias decorrentes de falha de execução e projeto, acabamento deficiente e falta de manutenção adequada. Considera-se manutenção adequada aquelas estabelecidas pelas normativas do DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES.

Dentre as principais patologias encontradas no pavimento área objeto de estudo, foram destacadas as panelas, popularmente conhecidas como buracos, considerada mais perigosa para os condutores ocasionando graves acidentes, além de depreciar os veículos dos usuários. Esta patologia é ocasionada pelas desintegrações da superfície do pavimento, deficiência na compactação e umidade excessiva em camadas de solo. Deve-se considerar essa situação, pois de acordo com os dados bibliográficos, um dos elementos que deve ser levado em consideração, são as condições climáticas da área.

Por se tratar de uma rodovia muito utilizada, principalmente voltada para o transporte rodoviário de carga, requer uma infraestrutura mais eficiente e isso se justifica, pois, a região envolve a circulação de insumos, que movimenta a economia do Nordeste brasileiro, por rodovias terrestres. Além das panelas, também se destacam os afundamentos, patologias que mais afetaram a dirigibilidade dos veículos, pois apresentam levantamento nas bordas laterais.

A partir do exposto, pontua-se com claras indicações, observadas na literatura especializada na área onde, sugere-se, que não adianta reparos nas camadas superficiais, pois muitas das patologias apresentam como prováveis causas, falhas de projeto e execução inadequada das demais camadas. Sugere-se que uma revitalização de toda a estrutura do pavimento flexível rodoviário em particular na área objeto de estudo, seja realizada com qualidade, obedecendo os procedimentos exigidos pelas normas específicas estabelecidas para este tipo de obras de construção civil, levando em consideração seus aspectos construtivos, como o revestimento, base, sub-base e subleito.

Por fim, deve-se sempre levar em consideração as técnicas de prevenção moldadas ainda na fase do projeto, pois certamente deve evitar oneração em sua revitalização, além de aumentar a vida útil do pavimento. A partir dessas análises destacadas no estudo, sugere-se que se desenvolva um trabalho mais detalhado, levando em consideração um maior trecho, pois as patologias encontradas nessa área são bem mais abrangentes do que foi tratado no presente trabalho. Já existem novos modelos onde os aspectos construtivos e novas tendências

tecnológica são mais eficazes, voltadas para construção de rodovias flexíveis, pois um país como o Brasil que transporta sua economia em vias rodoviárias requer um melhor investimento em obras de construção de pavimento flexível.

REFERÊNCIAS

ADLINGE, S. S.; GUPTA, A. K. **Pavement Deterioration and its Causes**. Índia, 2013. Disponível em: <[http://iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/sicete\(civil\) volume6/60.pdf](http://iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/sicete(civil) volume6/60.pdf)>. ISSN: 2278-1684. Acesso em 25/09/2019.

AUGUSTO, Pedro, p77, **Mapa de Suscetabilidade a Deslizamentos na Região Metropolitana de Recife** Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6331/1/arquivo6785_1.pdf. Acesso em: 16 de junho de 2020.

ALBUQUERQUE, CARLOS E SILVA, LUCAS, 2017, p.16. **Patologias em pavimentos de concreto simples**. Disponível em: <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/362/1/PATOLOGIAS%20EM%20PAVIMENTOS%20ODE%20CONCRETO%20SIMPLES.pdf>. Acesso em: 29/09/2020.

ANDRADE, Mário Henrique. **Introdução à pavimentação**. Notas de aula, 2007.

BALBO, T. José. **Pavimentação Asfáltica**. 3ª ed. Oficina de Textos, 2016.

BERNUCCI, L.B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 1.ed. Rio de Janeiro: Petrobras ABEDA, 2008. Disponível em: <www.proasfalto.com.br> Acesso em: 13 de maio de 2020.

BR, Equipe. **Transporte Rodoviário: o mais utilizado no Brasil**. Cargo BR, 2019. Disponível em: <https://blog.cargobr.com/transporte-rodoviario-mais-utilizado/#:~:text=Com%20mais%20de%201.700.000,cargas%20e%20passageiros%20do%20pa%C3%ADs>. Acesso em: 27/09/2020.

BRITO, L.; BOCK, A. **Estudo do espectro de cargas dos veículos comerciais rodantes na BR 290/RS**, Freeway, através do uso da técnica do Weight in Motion (WIM). Porto Alegre/RS, Abril. de 2013.

CÓRDOBA, V.C.; JARDIM DE SÁ, E. F.; SOUZA, D. C.; ANTUNES, A. F. 2007. **Bacia de Pernambuco-Paraíba**. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 15, n. 2, p. 391-403.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, CNT. Pesquisa CNT de rodovias 2012. Disponível em: http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Relatorios/2012/RelatorioGeral@2012_Altaresolucao.pdf. Acesso em 30 de abril. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, 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 em 06 de novembro. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, CNT. ANUÁRIO CNT DO TRANSPORTE. **Malha rodoviária pavimentada 2018**. Disponível em:

<https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Rodoviario/1-3-1-1-2-/Inicial>. Acesso em: 10 de dezembro. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, CNT. **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**. Confederação Nacional de Transportes. 2018a. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principaisdefeitos-pavimento> >. Acesso em 10/11/2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2018: relatório gerencial. Confederação Nacional de Transportes**. 2018c. Disponível em: <https://cms_pesquisarodovias.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20de%20Rodovias%202018%20-%20web%20-%20baixa.pdf>. Acesso em 10/11/2020.

Dicio, Dicionário online de português. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/abrasao/>. Acesso em: 07 de novembro. 2020.

Dicionário de Engenharia. Disponível em: <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3. ed., Rio de Janeiro, 2006. 274 p. (Publicação IPR 719). Disponível em: https://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual_de_Pavimentacao_Versao_Final.pdf. Acesso em: 05 junho. 2020.

FALEIROS, L. M. **Estradas: pavimento**. Franca/SP, USP – **Curso de Engenharia Civil, Notas de aula**, julho/2005, 39p.

Estrada BR 101 em Recife tem 30km de buracos e mais parece pista de rali, **JORNAL HOJE**, disponível em <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2017/07/estrada-br-101-em-recife-tem-30km-de-buracos.html>. Acesso em 05/06/2020.

LPE Engenharia. Base ou Sub-base. **LPE**, 2017. Disponível em: <http://lpe.tempsite.ws/blog/index.php/base-ou-sub-base-do-piso-industrial/>. Acesso em: 28/10/2020.

MIKAEL, Carlos; LOPES, André; AZOR, Vivian; LYRA, Bruna. **Bacia de Pernambuco-Paraíba. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS SEXTA RODADA DE LICITAÇÕES**. 2019. Disponível em: http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Bienio/Mapas_R16/Sumario_Geologico_R16_Pernambuco_Paraiba.pdf. Acesso em: 09/11/2020.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp. 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959/ visto em: 02 de junho de 2019.

REFORÇO DO SUBLEITO – REF, **Arteris**, 2015. Disponível em: <http://www.arteris.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ARTERIS-ES-002.Refor%C3%A7o-do-Subleito-REF-REV-0.pdf>. Acesso em: 07/12/2020.

ROCHA, R.S. Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações: estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar. Salvador, 2010.

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-berto.up.pt/bitstream/10216/63481/1/000149988.pdf>. Acesso em: 19 set. 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.

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

VIEIRA FILHO, J. 2017 Disponível em: <https://www.creape.org.br/debate-requalificacao-urgente-da-br-101/>. Acesso em 20 de setembro. 2020.

ZAGONEL, Ana Regina. Inovações em Revestimentos Asfálticos Utilizados no Brasil. Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 48 - 61, Jul - dez., 2017. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/normas/download/pavimentacao/PAV_Flexiveis_Recup_de_Defeitos_em_Pav_Flexiveis.pdf. Acesso em: 01 outubro. 2020.