



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

PATOLOGIAS NO PAVIMENTO RÍGIDO DA BR-101/PB

DOI: (a ser preenchido após o envio do código DOI da publicação)

Nicholas Borges de Lira¹; Normando Lima de Oliveira Filho¹; Dácio Vales Lacerda³; Ítalo Marques Filizola¹; José Antônio de Araújo Neto¹ & João Paulo Natari Barbosa¹

RESUMO

Trata-se de estudo observacional acerca das diversas patologias que se apresentam atualmente no pavimento rígido da rodovia BR-101/PB. Tendo em vista o ainda relativamente baixo uso de pavimentos rígidos no Brasil, em especial no estado da Paraíba, importa saber que tipos de patologias esse tipo de pavimento pode vir a enfrentar, a fim de se possibilitar melhores planos de manutenção para esta e outras futuras rodovias deste tipo. Assim, este breve trabalho tem por objetivo observar quais tipos de patologias o pavimento rígido da BR-101/PB apresenta, para que após possase estudar suas causas bem como suas soluções, tanto no âmbito preventivo como corretivo. Para isto, foram estudados referenciais teóricos acerca de pavimento rígido e suas patologias, bem como outros trabalhos específicos sobre a BR-101/PB. Também se utilizou imagens atualizadas do pavimento rígido da referida rodovia, obtidas pelo DNIT/PB. Assim, observou-se que o pavimento rígido da BR-101/PB encontra-se bastante deteriorado em alguns pontos, com patologias diversas. Então, a partir da observação e diagnóstico das patologias observadas, caberá ao órgão responsável estudar as causas que deram origem a tais patologias em seus setores de planejamento e de manutenção, bem como a prevenção e correção dessas em seu setor de manutenção de rodovias.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentação; Patologias; Manutenção.

ABSTRACT

This is an observational study about the different pathologies currently present on the rigid pavement of the BR-101/PB highway. In view of the still relatively low use of rigid pavements in Brazil, especially in the state of Paraíba, it is important to know what types of pathologies this type of pavement may face, in order to enable better maintenance plans for this and other future highways of this type. Thus, this brief work aims to observe what types of pathologies the rigid pavement of the BR-101/PB presents, so that later it can be studied its causes as well as its solutions, both in the preventive and corrective scope. For this, theoretical references about rigid pavement and its pathologies were studied, as well as other specific works on the BR-101/PB. Updated images of the rigid pavement of the aforementioned highway, obtained by DNIT/PB, were also used. Thus, it was observed that the rigid pavement of the BR-101/PB is quite deteriorated in some points, with different pathologies. So, based on the observation and diagnosis of the observed pathologies, it will be up to the responsible department to study the causes that gave rise to such pathologies in its planning and maintenance sectors, as well as their prevention and correction in its road maintenance sector.

KEY WORDS: Paving; Pathologies; Maintenance.

¹ Superintendência Regional do DNIT no estado da Paraíba, Av. Coronel Estevão D' Ávilla Lins, 392 – Bairro Cruz das Armas - João Pessoa – PB, CEP 58085-010, e-mails: nicholas.lira@dnit.gov.br; normando.oliveira@dnit.gov.br; dacio.lacerda@dnit.gov.br; italo.filizola@dnit.gov.br; jose.antonio@dnit.gov.br & joao.natari@dnit.gov.br



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

As rodovias brasileiras desempenham papel vital para a economia do Brasil. Segundo dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT – são responsáveis por 95% do transporte de passageiros e 61% do transporte de carga. Dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT – mostram que são cerca de 165 mil quilômetros pavimentados, além de quase 1,5 milhão de quilômetros ainda sem pavimentação, que unem mercados produtores e consumidores e contribuem para diminuir as desigualdades regionais. Tais fatos reforçam a importância econômica e social do desenvolvimento da malha viária brasileira, que implica diretamente na segurança dos usuários, na competitividade do setor de transporte e no desenvolvimento nacional (ABCP, 2009). Tanta relevância merece tecnologias de pavimentação de qualidade e durabilidade, que garantam a mínima manutenção preventiva e nenhuma corretiva – tanto às estradas, quanto às demais vias – otimizando recursos públicos e auxiliando a reduzir o chamado “Custo Brasil” (ABCP, 2009). Investimentos em infraestrutura que melhorem as condições de conservação das rodovias geram benefícios privados e ambientais, os quais, por sua vez, apresentam diferentes impactos nos valores dos benefícios (BARTHOLOMEU, 2006).

A redução progressiva da qualidade inicial do pavimento começa a ocorrer logo após a sua construção, quando sofre a ação de agentes atmosféricos e mais tarde com as solicitações do tráfego (KARNIKOWSKI, 2019). A gestão eficaz da rede rodoviária, que requer a otimização nas fases de construção, preservação, manutenção, reabilitação e reconstrução de pavimentos, necessita levar em conta diversas considerações, incluindo o orçamento finito, a segurança do trabalhador, impactos ao usuário e aspectos próprios da região onde será implantado (CALTRANS, 2015). Um programa de manutenção proativo de longo prazo destinado a manter os pavimentos em boas condições, aplicar estratégias de projeto de baixo custo no momento ideal para melhorar o desempenho do pavimento, estender vida útil do pavimento e conservar os recursos (CALTRANS, 2015). Pavimentos onde não ocorrem programas de manutenção constantes exigirão tratamentos mais caros e invasivos, sejam medidas de reabilitação e reconstrução, resultando em desempenho reduzido, vida útil reduzida e intervenções mais frequentes, levando a custos muito maiores (FHWA, 2022). De acordo com o FHWA (2022) estes tipos de manutenções mal programadas geram maiores inconveniências aos usuários da rodovia, bem como elevam a exposição ao risco às equipes de trabalhadores da manutenção rodoviária.

Atualmente os tipos de pavimentos utilizados no Brasil pelo DNIT são: pavimento flexível, pavimento semirrígido e pavimento rígido. Os pavimentos rígidos são compostos de um revestimento constituído por placas de Concreto de Cimento Portland (CCP). Tais pavimentos são substancialmente "mais rígidos" do que os pavimentos flexíveis, devido ao elevado Módulo de Elasticidade do CCP (ABCP, 2009). Os pavimentos de concreto são aqueles cuja camada de rolamento (ou revestimento) é feita com concreto (produzido com agregados e ligantes hidráulicos), que pode ser realizado com diversas técnicas de manipulação e elaboração do concreto – como pré-moldados ou produção in loco -, e que apresentam suas particularidades de projeto, execução, operação e manutenção (BALBO, 2009).

Em 1966, a Portland Cement Association dos Estados Unidos oferecia à comunidade rodoviária seu método de dimensionamento de pavimentos de concreto simples (placas), sem barras de transferência de cargas em juntas, fundamentado nos modelos analíticos de Westergaard e na experimentação à fadiga do concreto. Tal método seria reformulado posteriormente; em 1984, a PCA publicava no critério para cálculo de tensões de tração na flexão em placas de concreto, dessa vez baseado no método dos elementos finitos e considerando a presença de barras transferência de cargas em juntas; além disso, introduzia o modo de danificação por erosão de camadas granulares



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



em bases, com fundamentos empíricos, até mesmo sobre resultados de desempenho verificados na AASHTO Road Test (BALBO, 2007). Para pavimentos rígidos, o método PCA 84 é o atualmente usado pelo DNIT, de acordo com o seu Manual de Pavimentos Rígidos conforme DNIT (2005), sendo que o método se baseia primordialmente em estudos teóricos, ensaios de laboratório e modelos, uso de pistas experimentais e observação metódica de pavimentos em serviço.

A pavimentação rígida tem um custo-benefício atraente, pois à pequena necessidade de manutenção somada com maior período de vida útil do pavimento, viabiliza financeiramente este método, permitindo assim o fluxo constante de veículos por um maior período sem a necessidade de grandes reformas (MAIA, 2014). O pavimento rígido apresenta inúmeras vantagens, sendo elas econômicas com o baixo custo de manutenção, e de segurança pois reduz 40% a distância de frenagem devido sua textura e ainda impede o acúmulo de água evitando assim aquaplanagem (MAIA, 2014). Ketema; Quezon e Kebede (2016) observaram que o pavimento rígido possui uma durabilidade mais que duas vezes maior quando comparado ao pavimento flexível, bem como requer menores custos para sua manutenção. Os elevados custos iniciais são a causa mais citada para justificar a não utilização de pavimentos rígidos, entretanto, à medida em que ocorre um aumento no volume de tráfego, tem-se uma diminuição da importância relativa dos custos de construção e de manutenção e reabilitação (SEVEREI, 1997). Conforme estudado por Taher; Alyousify e Hassan (2020), usualmente, os pavimentos rígidos são mais caros a serem implantados, entretanto, ao longo de sua vida útil, esse tipo de pavimento acaba por tornar-se mais econômico. Também, os pavimentos rígidos têm menos necessidade de manutenção do que o pavimento flexível ao longo da vida do projeto. Os autores observaram ainda que as rodovias de concreto têm melhor resistência à derrapagem e proporcionam boa tração, possui melhor visibilidade noturna e o consumo de combustível foi observado ser menor quando comparado ao pavimento flexível.

A BR-101/PB é uma rodovia federal duplicada situada no estado da Paraíba, cortando o litoral do estado de norte a sul. Atualmente esta rodovia se encontra gerida pelo DNIT. Possui 127,7 quilômetros de extensão, tendo seu início na divisa com o estado do Rio Grande do Norte e seu fim na divisa com o estado de Pernambuco. De acordo com Araújo Júnior (2022), esta rodovia teve sua duplicação concluída em 2013, sendo que a antiga pista simples era revestida com concreto asfáltico, ou seja, pavimento flexível, enquanto a nova pista foi executada em pavimento rígido, com extensão aproximada de 104,2 quilômetros, sendo que os demais 23,5 quilômetros foram executados em concreto asfáltico. A figura 1 mostra a localização da BR-101/PB, em verde no mapa.

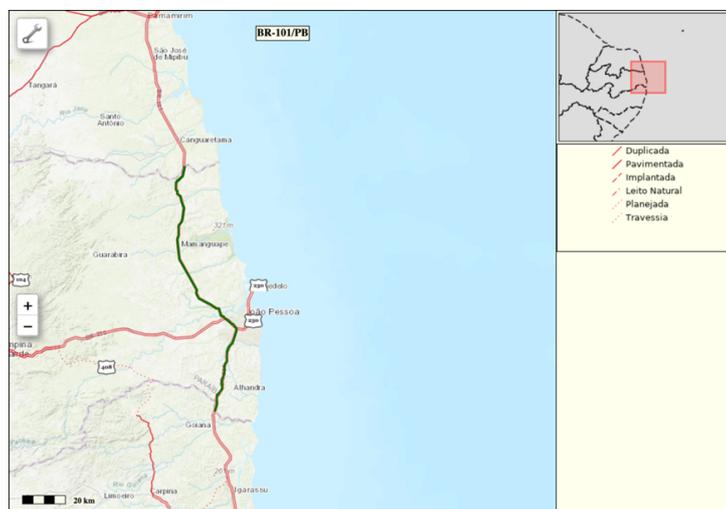


Figura 1. Localização da BR-101/PB (AUTORES, 2023).



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Tendo em vista que as obras de adequação de capacidade da BR-101/PB foram concluídas em 2013, pode-se dizer que o pavimento rígido da rodovia observada possui cerca de 10 anos de sua implantação, já tendo passado por diversos ciclos de manutenção nos mais variados contratos de conservação e manutenção de rodovias do DNIT/PB. Importa ressaltar que a manutenção da rodovia, como já discutido, é crucial para a própria segurança de seus usuários. Segundo Severei (1997), o levantamento de defeitos no campo permite a seleção de atividades de manutenção e reabilitação mais apropriadas. De acordo com Silva (2017), a BR-101/PB possuía no ano de 2015 99 segmentos homogêneos altamente significativos, onde cada segmento homogêneo é de um quilômetro, ou seja, com mais acidentes, e mais graves, de acordo com a metodologia utilizada pelo autor.

Assim, o objetivo do presente estudo é identificar as atuais patologias que acometem o pavimento rígido da BR-101/PB, servindo de subsídio para futuros estudos que promovam identificar, e diagnosticar as diversas patologias e suas possíveis soluções preventivas e corretivas.

DESENVOLVIMENTO

Segundo Rodrigues e Greco (2020), para um aumento da vida útil de projeto, segurança e conforto dos usuários e menores custos, deve-se realizar um projeto executivo bem detalhado e realizar uma execução criteriosa seguindo à risca as normas executivas, pois há diversas variáveis que podem acarretar o surgimento de patologias em pavimentos rígidos.

Segundo Araújo Júnior (2022), o pavimento rígido da BR-101/PB foi dimensionado para 20 anos pelo método PCA 84 com placas de concreto simples (PCS) assentadas sobre sub-base de concreto compactado a rolo – CCR; reforço do subleito com solo estabilizado granulometricamente sob a sub-base; acostamento externo executado com concreto asfáltico, assentado sobre base de brita graduada simples – BGS e barras de transferência de cargas e barras de ligação em todas as juntas transversais e longitudinais, respectivamente. Observa-se na figura 2 a seção tipo do pavimento rígido da BR-101/PB.

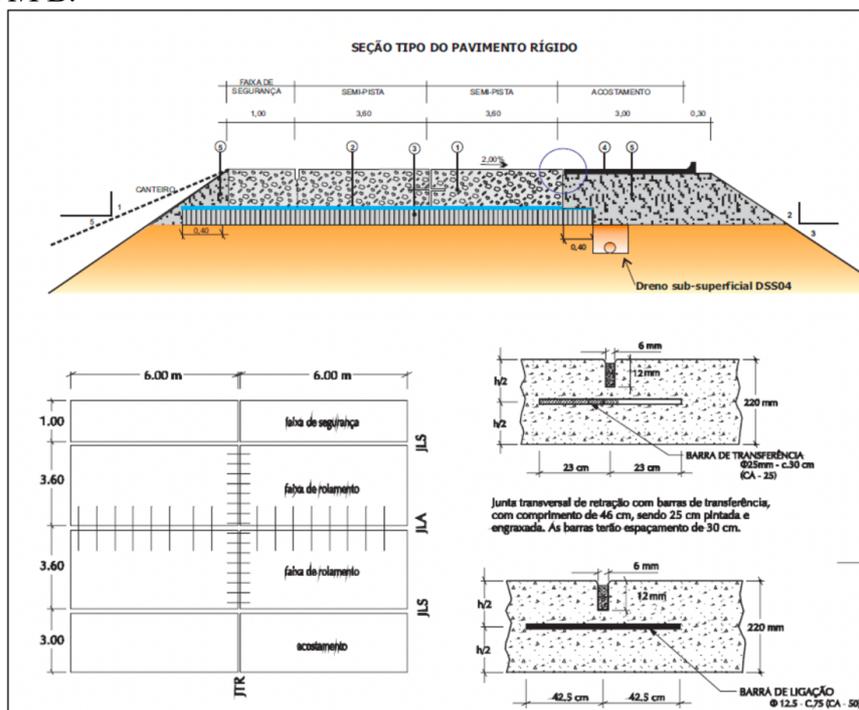


Figura 2. Seção tipo do pavimento da BR-101/PB (ARAÚJO JÚNIOR 2022).



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



De acordo com o DNIT (2004), DNIT (2010) e com o FHWA (2014), são apresentados os defeitos que ocorrem em pavimentos rígidos, que são agrupados nos tipos: rachaduras/fissuras, deficiências de juntas, defeitos de superfície e problemas diversos. Assim, procedeu-se com pesquisas e idas a campo para identificar visualmente as patologias presentes na rodovia em conteúdo, guiados pelos manuais do DNIT e FHWA. Ressalta-se que os dois órgãos possuem descrições semelhantes para os mesmos problemas, desta forma, optou-se por utilizar as duas quando possível, sendo que adaptando as patologias apresentadas pelo DNIT (2004) e DNIT (2010) às separações em grupos de patologias propostas pelo FHWA (2014).

Assim, para rachaduras/fissuras tem-se:

- a) **Quebra de canto:** São quebras que aparecem nos cantos das placas, tendo forma de cunha, que ocorrem em uma distância não superior a 60cm do canto. Difere da fissura de canto pelo fato de interceptar a junta num determinado ângulo (quebra de cunha), ao passo que a fissura de canto ocorre verticalmente em toda a espessura da placa.



Figura 3. Quebra de canto (ARAÚJO JÚNIOR, 2022).

- b) **Fissura de canto:** É a fissura que intercepta as juntas a uma distância menor ou igual à metade do comprimento das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal e transversal), medindo-se a partir do seu canto. Esta fissura geralmente atinge toda a espessura da placa.



Figura 4. Fissura de canto (AUTORES 2023).

- c) **Quebras localizadas:** São áreas das placas que se mostram trincadas e partidas em pequenos pedaços, tendo formas variadas, situando-se geralmente entre uma trinca e uma junta ou entre duas trincas próximas entre si (em torno de 1,5m).



Figura 5. Quebra localizada (DNIT/PB 2022).



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



- d) **Rachadura de durabilidade:** Padrão de rachaduras em forma de crescente em forma de meia-lua. Ocorre adjacente a juntas, rachaduras ou bordas livres e inicia-se nos cantos da laje. Coloração escura do padrão de fissuração e área circundante.
- e) **Fissuras lineares:** São fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de “placa dividida”. Podem ser longitudinais, transversais e diagonais.

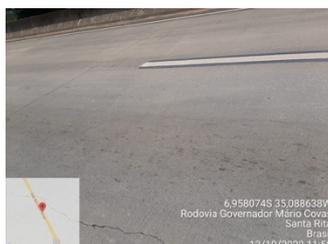


Figura 6. Fissura longitudinal (AUTORES 2023).



Figura 7. Fissura transversal (AUTORES 2023).

Para as deficiências de juntas, tem-se:

- a) **Dano na selagem da junta transversal e longitudinal:** É qualquer avaria no material selante que possibilite o acúmulo de material incompressível na junta ou que permita a infiltração de água. As principais falhas observadas no material selante são: rompimento, por tração ou compressão; extrusão do material; crescimento de vegetação; endurecimento (oxidação) do material; perda de aderência às placas de concreto; quantidade deficiente de selante nas juntas.



Figura 8. Dano na selagem de junta (AUTORES 2023).

- b) **Placa dividida:** É a placa que apresenta fissuras dividindo-a em quatro ou mais partes.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Figura 9. Placa dividida (AUTORES 2023).

- c) **Esborcimento de junta:** O esborcinamento das juntas se caracteriza pela quebra das bordas da placa de concreto (quebra em cunha) nas juntas, com o comprimento máximo de 60 cm, não atingindo toda a espessura da placa. Pode ocorrer tanto na junta transversal como na longitudinal.



Figura 10. Esborcinamento de junta (AUTORES 2023).

- d) **Escalonamento ou degrau nas juntas:** Caracteriza-se pela ocorrência de deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta.



Figura 11. Escalonamento ou degrau nas juntas (AUTORES 2023).

Para os defeitos de superfície tem-se:

- a) **Fissuras tipo mapa (rendilhado) e escamação:** As fissuras superficiais (rendilhado) são fissuras capilares, que ocorrem apenas na superfície da placa, tendo profundidade entre 6 mm e 13 mm, que apresentam tendência a interceptarem, formando ângulos de 120°. A escamação caracteriza-se pelo descolamento da camada superficial fissurada, podendo, no entanto, ser proveniente de outros defeitos, tais como o desgaste superficial.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Figura 12. Escamação (AUTORES 2023).

- b) **Fissuras de retração plástica:** São fissuras pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5 mm) e de comprimento limitado. Sua incidência costuma ser aleatória e elas se desenvolvem formando ângulo de 45° a 60° com o maior eixo longitudinal da placa.
- c) **Agregado polido:** Caracteriza-se pelo descolamento de argamassa superficial, fazendo com que os agregados graúdos aflorem na superfície do pavimento e, com o tempo, fiquem com a superfície polida.
- d) **Pipocas:** Pequenos pedaços de pavimento soltos da superfície, normalmente variando em diâmetro de 25 a 100 mm e em profundidade de 13 a 50 mm.

Para os problemas diversos, tem-se:

- a) **Alçamento de placa:** Desnívelamento das placas nas juntas ou nas fissuras transversais e eventualmente, na proximidade de canaletas de drenagens ou de intervenções feitas no pavimento.



Figura 13. Alçamento de placa (AUTORES 2023).

- b) **Falha de juntas transversais e rachaduras:** Caracteriza-se pela ocorrência de deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta.



Figura 14. Falha junta transversal e rachadura (AUTORES 2023).

- c) **Desnível pista-acostamento:** É o degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento, geralmente acompanhado de uma separação dessas bordas.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Figura 15. Desnível pista-acostamento (ARAÚJO JÚNIOR 2022).

- d) **Separação pista-acostamento:** Alargamento da junta entre a borda da placa e o acostamento. (Vide figura 12).



Figura 16. Separação pista-acostamento (AUTORES 2023).

- e) **Grande reparo:** Entende-se como "grande reparo" uma área do pavimento original maior que 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.



Figura 17. Grande reparo (DNIT/PB 2022).

- f) **Pequeno reparo:** Entende-se como "pequeno reparo" uma área do pavimento original menor ou igual a 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.



Figura 18. Pequeno reparo (DNIT/PB 2022).



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



- g) **Bombeamento:** Consiste na expulsão de finos plásticos existentes no solo de fundação do pavimento, através das juntas, bordas ou trincas, quando da passagem das cargas solicitantes. Os finos bombeados tem a forma de uma lama fluida, sendo identificados pela presença de manchas terrosas ao longo das juntas, bordas ou trincas.



Figura 19. Bombeamento (ARAÚJO JÚNIOR 2022).

- h) **Assentamento:** Caracteriza-se pelo afundamento do pavimento, criando ondulações superficiais de grande extensão, podendo ocorrer que o pavimento permaneça íntegro.
- i) **Buracos:** São reentrâncias côncavas observadas na superfície da placa, provocadas pela perda de concreto no local, apresentando área e profundidade bem definidas.



Figura 20. Buraco (ARAÚJO JÚNIOR 2022).

- j) **Passagem de nível:** São defeitos que ocorrem em passagens de nível, consistindo de depressões ou elevações próximas aos trilhos.
- k) **Placa bailarina:** É a placa cuja movimentação vertical é visível sob a ação do tráfego, principalmente na região das juntas.

Assim, observa-se que atualmente o pavimento rígido da BR-101/PB apresenta a maior parte das patologias registradas pelo DNIT (2004), DNIT (2010) e FHWA (2014). Como também observado nas imagens, os defeitos vêm sendo constantemente sanados pelas equipes do DNIT/PB.

Conforme observado por Garnett Neto (2001), apesar dos critérios para a inspeção por amostragem estarem especificados nas normas, a depender da extensão pavimento, dos defeitos existentes e das placas selecionadas na inspeção, o resultado da avaliação pode ser diverso. Portanto, a inspeção por amostragem deve ser vista com muita cautela. Especificamente para pavimentos de concreto, Garnett Neto (2001) observou ainda que as manutenções que conferem melhor estado estrutural ao pavimento e apresentam menor custo são aquelas realizadas em intervalos menores de tempo, pois os defeitos podem ser corrigidos antes que atinjam dimensões que tornem necessárias intervenções mais complexas, como a reconstrução. Deve-se recordar que de acordo com a a CNT (2021), a precariedade em rodovias, representadas por buracos, trincas e falta de sinalização, são fatores



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

determinantes que geram desgaste prematuro de peças mecânicas nos veículos e desperdício no consumo de combustível, além disso, um pavimento bem conservado atua na redução de emissão de poluentes e causa menores impactos ambientais. A pesquisa da CNT ainda ressalta o declínio no nível de investimentos nas rodovias, de 2012 em diante. Tendo em vista as limitações financeiras, importante considerar os estudos que demonstram que o custo do pavimento rígido é, no longo prazo, inferior ao do pavimento flexível, inclusive em climas tropicais, como demonstrado por exemplo por Hamín et al. (2020).

CONCLUSÃO

Demonstra-se então que atualmente o pavimento rígido da BR-101/PB possui uma grande diversidade de patologias, tanto em quantidade como tipo. Tais patologias influenciam em riscos de acidentes, tempos de viagens e por consequência na qualidade de vida dos seus usuários diretos e indiretos. Também, estas patologias, quando não tratadas tempestivamente, podem evoluir, requerendo soluções mais complexas e custosas.

Assim, diagnosticados os defeitos, deve-se já proceder com as análises das diversas causas e soluções possíveis, bem como da prioridade de execução. As soluções devem ser diversas pois nem sempre poderá ser usada a solução ideal para o local em determinado momento, pois depender-se-á da disponibilidade financeira do órgão. Do mesmo modo para a definição de prioridades, que deve contemplar os pontos de maiores riscos de acidentes e de facilidade de execução.

Por ser um pavimento já antigo, observa-se que em alguns locais podem ser necessárias intervenções mais complexas, do ponto de vista de sua execução bem como de seu custo, enquanto em alguns pontos as intervenções podem ser mais simples. Ainda, outros fatores que contribuem ao deterioramento do pavimento são o excesso de chuvas e de sobrecarga. Importa ressaltar que trata-se de um pavimento não tão jovem e também de que o DNIT realiza manutenção preventiva e corretiva rotineiramente, com base em sua disponibilidade financeira.

Baseado na revisão de literatura estudada, bem como estudo de caso específico, recomenda-se, caso possível financeiramente, a adoção imediata de programas de manutenção mais complexos, mesmo mais caros, para o pavimento rígido existente, para posteriormente elaborar planejamento de programa de manutenções de caráter preventivo e corretivo mais simples, que demandarão menores custos e transtornos futuros a todos os envolvidos na gestão e no uso da rodovia.

Desta forma, espera-se atender às necessidades da rodovia e de seus usuários, buscando-se a melhor combinação possível de técnicas e preços, dentro da realidade financeira disponível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Governar é abrir estradas. O concreto pavimentando os caminhos na formação de um novo país. São Paulo, 2009.

BALBO, J. T. Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BALBO, J. T. Pavimentos de Concreto. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BARTHOLOMEU, D. B. Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras. Piracicaba/SP, 2006.

CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (CALTRANS). Concrete pavement guide. Sacramento, CA. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. Pesquisa CNT de Rodovias 2021. Brasília, 2021.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA. INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. Norma DNIT 061/2004 – TER – Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. COORDENAÇÃO GERAL DE ESTUDOS E PESQUISA. INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. Manual de Pavimentos Rígidos. Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. DIRETORIA EXECUTIVA. INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos. Rio de Janeiro, 2010.

FHWA. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Programa. Federal Highway Administration. Washington, DC. 2014.

FHWA. Concrete Pavement Preservation Guide, Third Edition. Federal Highway Administration. Washington, DC. 2022.

HAMIN, O. F.; HOQUE, S.; ANINDA, S. S.; HADDIUZAMAN. Suitability of pavement type for developing countries from an economic perspective using life cycle cost analysis. International Journal of Pavement Research and Technology. August 2020.

ARAÚJO JÚNIOR, M. C. Elaboração de modelos de desempenho para pavimentos rodoviários de concreto de cimento Portland utilizando parâmetros microestruturais: Estudo de caso da BR-101/PB. Tese de Doutorado – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa/PB, 2022.

KARNIKOWSKI, T. Seleção de estratégias de manutenção e reabilitação de pavimentos urbanos baseada na análise do custo do ciclo de vida. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Joinville, 2019.

KETEMA, Y.; QUEZON, E. T.; KEBEDE, G. Cost and Benefit Analysis of Rigid and Flexible Pavement: A Case Study at Chancho –Derba-Becho Road Project. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 7, Issue 10, October-2016.

MAIA, B. R. C. R. D. Pavimentos rígidos em rodovias. Faculdades Doctum, Caratinga/MG 2014.

GARNETT NETO, G. Estudo técnico e econômico da manutenção de um pavimento de concreto. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, SP. 2001.

RODRIGUES, V. B.; GRECO, J. A. S. Estudos sobre a recuperação de patologias em pavimentos rígidos. Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 13, n. 2, dez. 2020. ISSN 1981-4089

SILVA, L. R. G. da. Avaliação da eficácia de políticas públicas na criticidade das rodovias federais da Paraíba. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

SEVEREI, A. A. Considerações sobre os custos de pavimentos rígidos com base em conceitos de gerência de pavimentos. Universidade de São Paulo, 1997.

TAHER, S. A.; ALYOUSIFY, S.; HASSAN, H. J. A. Comparative study of using flexible and rigid pavements for roads: a review study. Journal of University of Duhok, Vol.32, No.2 (Pure and Eng. Sciences), Pp 222-234, 2020.