

DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS DAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DO PIAUÍ

Ana Kássia Lopes Gonçalves¹

Aline Calheiros Espíndola^{1,2}

Universidade Federal do Ceará

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes

Universidade Federal de Alagoas

Centro de Tecnologia

RESUMO

O presente estudo teve objetivo de realizar o diagnóstico da condição dos pavimentos das rodovias federais do estado do Piauí, com base nos dados do sistema de gerência de pavimentos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte e Confederação Nacional do Transporte (CNT). De modo geral os pavimentos das rodovias federais do Piauí em 2018 se encontravam em estado bom a regular. A rodovia BR-226 apresentou o nível de deterioração mais elevado, com necessidade de restaurações de maior porte em pouco menos de 50km, e presença significativa dos três defeitos analisados (trincamento, afundamento e buraco) e com valores nos índices de desempenho irregularidade longitudinal, índice de gravidade global, índice de condição de superfície, índice de condição da manutenção e o conceito da CNT. Pode-se concluir, através dos resultados, que o defeito mais presente nas rodovias federais do Piauí é o afundamento de trilha de roda. Assim, evidencia-se a necessidade de verificar a situação estrutural do pavimento.

ABSTRACT

The present study aimed to diagnose the condition of the pavements on federal highways in the state of Piauí, based on data from the pavement management system of the National Department of Transport Infrastructure and National Confederation of Transport (CNT). In general, the pavements of the federal highways of Piauí in 2018 were in good to regular condition. The BR-226 highway presented the highest level of deterioration, with the need for major rehabilitation in about 50km, and a significant presence of the three defects analyzed (crack, rutting and pothole) and with the values in the performance indexes: international roughness index, global severity index, surface condition index, maintenance condition index and the CNT index. It can be concluded, through the results, that the most common defect in the federal highways of Piauí is rutting. Thus, the need to verify the structural situation of the pavement is evident.

1 INTRODUÇÃO

Na edição do *World Economic Forum* (2019), ranking de competitividade global de 2019, o Brasil ocupou no critério “tamanho de mercado” o 10º lugar, na categoria de competitividade o 71º lugar e o 78º lugar no critério “infraestrutura”. No Brasil, o modal rodoviário possui a maior participação na matriz de transporte, concentrando, aproximadamente, 61% da movimentação de mercadorias e 95% da de passageiros (CNT, 2019a). No entanto, ao analisar o ranking de competitividade no critério “qualidade das rodovias” o Brasil ocupa 116º lugar, perdendo quatro posições comparado com 2018.

Por mais que o Brasil esteja próximo ao Reino Unido (8º lugar) em tamanho de mercado, o país encontra-se atrás da Etiópia (115º lugar) e da vizinha Argentina (92º lugar) no critério “qualidade das rodovias”. Segundo a CNT (2019a) 59,0% das rodovias pesquisadas no país foram consideradas inadequadas, com 52,4% das rodovias avaliadas apresentaram algum tipo de problema no pavimento, acarretando um aumento médio no custo operacional de 28,5%.

Por mais que a infraestrutura seja fator de relevante importância para o desenvolvimento econômico de um país, não condiz com o cenário econômico mundial em que Brasil se encontra e não consegue vencer sua imensa extensão territorial. Segundo Santos (2016), dos diversos setores da infraestrutura, as deficiências encontradas no setor de transportes, necessário para o trânsito de pessoas, bens de consumo, bens de capital e prestadores de serviços é constantemente referenciada como uma das principais contribuições para estagnação e lentidão do crescimento econômico brasileiro.

A infraestrutura rodoviária sofre com o envelhecimento e, portanto, as vias precisam de inspeção

frequente, detecção dos defeitos de forma precoce e um gerenciamento das ações de manutenção para garantir a qualidade necessária da infraestrutura. A ausência de um sistema de gerência de pavimentos (SGP), com avaliação frequente, ocasiona a realização tardia das intervenções, com ações emergenciais, de reconstrução ou restaurações de grande porte, tornando os custos, significativamente, superior ao de manutenção e conservação.

Analisando os investimentos em manutenção rodoviária e qualidade dos pavimentos do Reino Unido e Brasil, observa-se que o Reino Unido possui 422.100 km de vias pavimentadas, conseguiu manter a qualidade das rodovias, com nota de 5,2 (conceito bom) segundo *World Economic Forum* (2018), investindo £420 milhões (menos de 3 bilhões de reais) em manutenção rodoviária em 2018/19 (GOV.UK, 2020). Enquanto o Brasil, com 213.453km de rodovias pavimentadas, obteve nota 3 (conceito de ruim a péssimo) pelo *World Economic Forum* (2018 e 2019) e com investimentos de R\$4,9 bilhões apenas do governo federal em manutenção de rodovias em 2018 (Ministério dos Transportes, 2018). O Reino Unido consegue efetuar uma boa gestão da infraestrutura rodoviária, mantendo a qualidade das rodovias com menos recursos e quase o dobro da malha do Brasil. Mostrando que umas boas ações de gerência de pavimentos trazem benefícios econômicos e operacionais, focando em manter as rodovias em bom estado de conservação e não permitindo que as rodovias cheguem a um estado de degradação avançada. Para atingir a eficiência na gestão de pavimentos é necessário conhecer a rede gerida, sua extensão, as rodovias que compõe, o nível de deterioração do pavimento, as rodovias e os segmentos críticos da malha e os principais defeitos, viabilizando o correto planejamento das ações manutenção e restauração (M&R). Diante deste contexto, o artigo tem por objetivo efetuar uma análise diagnóstico da condição funcional dos pavimentos das rodovias federais do estado do Piauí, através de parâmetros objetivos de qualidade do pavimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema de Gerência de Pavimentos

Haas *et al.* (1994) afirmam que a gerência de pavimentos é um processo que abrange todas as atividades envolvidas com o propósito de fornecer e manter pavimentos em um nível adequado de serviço. Envolve desde a obtenção inicial de informações para o planejamento e elaboração de orçamento até a monitoramento periódica do pavimento em serviço, passando pelo projeto e construção do pavimento e sua manutenção e reabilitação ao longo do tempo.

Segundo Fernandes Jr. (2001), um Sistema de Gerência de Pavimentos visa à obtenção do melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos seguros, confortáveis e econômicos aos usuários. Deve ainda possibilitar a melhoria das condições dos pavimentos e a redução dos custos de manutenção e reabilitação e dos custos de operação dos veículos.

As atividades de um SGP podem ser concentradas no diagnosticar o estado dos pavimentos; identificar os trechos que necessitam de intervenção; selecionar métodos de manutenção; priorizar ações de manutenção e/ou reabilitação de acordo com custos e benefícios gerados; gerar critérios de decisão e priorização; desenvolver modelos de previsão de desempenho dos pavimentos; prever a condição futura dos pavimentos; determinar os efeitos quando a manutenção for protelada; proporcionar uma reavaliação das decisões; fornece elementos para decisões políticas (SHAHIN, 2006).

Com o diagnóstico das condições estruturais ou funcionais de um pavimento é a etapa inicial a qual desencadeia das demais ações de gestão. Essa etapa viabiliza conhecer em que ponto da curva de deterioração o pavimento se encontra e assim identificar os trechos com necessidade de intervenção, o nível intervenções e os custos-benefícios para subsidiar as decisões dos gestores. Dessa forma, a etapa de avaliação é considerada uma das mais importantes de um sistema de gerência de pavimentos.

2.2 Parâmetros de qualidade do pavimento

Existem diversas metodologias para analisar o nível de deterioração e condição de um pavimento. Podendo ser um compilado de defeitos, formando um conceito, ou analisar a frequência e gravidade dos defeitos isoladamente. De acordo com o manual de restauração de pavimentos asfálticos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT (2006) os tipos mais importantes de defeitos que são levados em consideração visando à deflagração de intervenções de restauração são trincamento, desgaste, panela, afundamento nas trilhas de roda, irregularidade longitudinal, desagregação e resistência à derrapagem.

2.2.1 Índice de Gravidade Global

O índice de gravidade global (IGG) é um conceito de degradação do pavimento, calculado a partir do levantamento de defeitos na superfície e seus respectivos cálculos de frequências, seguindo os procedimentos da DNIT 006/2003-PRO. Os defeitos que são levados em consideração são: trincas isoladas e interligadas, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco e remendo. E defeitos mais severos como buracos e trincas interligadas possuem um peso maior no cálculo do índice. A partir dos valores de IGG para cada segmento homogêneo, é determinado o estado funcional do pavimento segundo a Tabela 1.

Tabela 1: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG (DNIT, 2003)

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

2.2.2 Índice de Condição da Manutenção (ICM)

A instrução de serviço do DNIT N^o 10 de 2017 instituiu o índice de condição da manutenção (ICM) a fim de parametrizar a avaliação da condição de manutenção das rodovias pavimentadas sob jurisdição do DNIT. O ICM avalia elementos de superfície do pavimento (número de painéis, números de remendos e percentual de trincas) e conservado da rodovia (roçada, sinalização e elementos de drenagem). O índice de pavimentação representa 70 % e o de conservado 30% do valor final do ICM. A partir dos valores de ICM determina-se o estado de manutenção do quilometro avaliado.

Tabela 2: Conceitos de condição da manutenção da rodovia (DNIT, 2017)

Conceito	Limites
Bom	$\text{ICM} < 30$
Regular	$30 < \text{ICM} < 50$
Ruim	$50 < \text{ICM} < 70$
Péssimo	$\text{ICM} > 70$

2.2.3 Irregularidade Longitudinal

A irregularidade longitudinal é o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico, afeta a dinâmica dos veículos, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via (DNIT, 2011). O parâmetro de medição da irregularidade é designado *International Roughness Index* (IRI) e os limites que determinam a condição do pavimento encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Condição do pavimento em função do IRI. DNIT (2006)

Conceito	Limites
Excelente	$1,0 < \text{IRI} \leq 1,9$
Boa	$1,9 < \text{IRI} \leq 2,7$

Regular	$2,7 < IRI \leq 3,5$
Ruim	$3,5 < IRI \leq 4,6$
Péssima	$IRI > 4,6$

2.2.4 Índice da Condição de Superfície (ICS)

O índice de condição da superfície é um fator que representa a condição geral da superfície do pavimento, obtido considerando a pior situação entre o IRI e o índice de gravidade global (IGG). Para cada intervalo de IRI é atribuído um valor de ICS, o mesmo ocorre para o IGG, conforme a **Tabela 4**. A rodovia pode ser classificada em cinco níveis de serventia de acordo com o valor de ICS.

Tabela 4: Conceito condição de superfície do pavimento (DNIT, 2011)

Condição	ICS	IGG	IRI
Excelente	5	0 – 20	0 – 2,5
Boa	4	20 – 40	2,5 – 3,0
Regular	3	40 – 80	3,0 – 4,0
Ruim	2	80 – 160	4,0 – 5,5
Péssima	1	> 160	> 5,5

3 MÉTODO

Durante o desenvolvimento deste estudo foram utilizados dados do ano de 2018 do desempenho funcional dos pavimentos das rodovias federais do Piauí, disponibilizados pela coordenação geral de planejamento e programação de investimentos – CGPLAN, obtidos do sistema de gerência de pavimentos do DNIT, mediante a lei de acesso à informação. Além de coletados os dados de 2018 do ICM Piauí e conceito levantado pela CNT. Na Figura 1 são apresentados o mapa das rodovias e suas extensões (SNV, 2020).

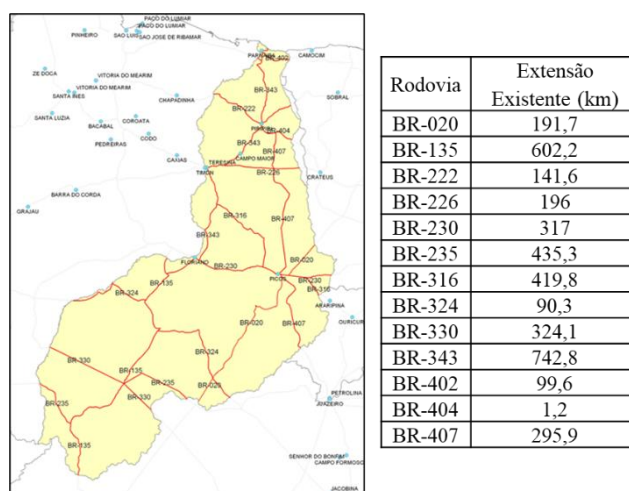


Figura 1: Rodovias federais do estado do Piauí (DNITGeo, 2020) e SNV (2020).

As avaliações da qualidade dos pavimentos foram efetuadas por diferentes metodologias, CNT, ICM, IRI, ICS, IGG e defeitos específicos com área trincada, afundamento de trilha de roda (ATR) e número de buracos.

Os dados obtidos pela lei de acesso à informação (CGPLAN/DNIT) utilizados nos estudos foram IRI, ICS, IGG, trincamento, ATR e número de buracos. Em sua maioria, os levantamentos foram realizados em um dos sentidos das rodovias, na faixa de rolamento que apresentava visualmente maior deterioração superficial do pavimento e não alcançou à totalidade da extensão das rodovias, as avaliações ocorreram nas extensões apresentadas na Tabela 5. Foram levados em consideração apenas os segmentos rodoviários pavimentados, conforme SNV 2020.

Tabela 5: Extensão de rodovias analisadas. Fonte: * SNV (2020); ** DNIT (2018)

Rodovia	Extensão Existente (km)*	Extensão Analisada (km)**	Extensão Analisada (%)
BR-020	191,7	310,3	80,93%
BR-135	602,2	594,75	49,38%
BR-222	141,6	135,02	47,68%
BR-226	196	80,7	20,59%
BR-230	317	310,31	48,94%
BR-235	435,3	130,08	14,94%
BR-316	419,8	323,67	38,55%
BR-324	90,3	-	-
BR-330	324,1	-	-
BR-343	742,8	527,68	35,52%
BR-402	99,6	79,1	39,71%
BR-404	1,2	-	-
BR-407	295,9	192,56	32,54%
Total	3857,5	2684,17	34,79%

A Tabela 6 lista os parâmetros de avaliação de pavimento disponibilizados pela CGPLAN/DNIT e seus limites aceitáveis. Tais limites de qualidades são os exigidos no programa de exploração da rodovia (PER) do terceiro lote de concessões regulamentado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) para rodovias de alto padrão (ANTT, 2013), na Instrução de Serviço N^o 10 (DNIT, 2017) e manual de gerência (DNIT, 2011). Estes são os parâmetros e limites utilizados para analisar o nível da qualidade das rodovias federais do estado do Piauí.

Tabela 6: Limites dos parâmetros funcionais avaliados

Parâmetros	Limites de qualidade
IRI	2,7m/Km
IGG	80
Área trincada	15%
ATR	7mm
Quantidade de painéis	0
CNT, ICM e ICS	Bom e Ótimo

Após as análises da condição do pavimento das rodovias, verificou-se as rodovias em pior estado de qualidade, as patologias predominantes e os segmentos em nível de deterioração avançado.

4 RESULTADOS

- Qualidade dos Pavimentos do Piauí segundo a CNT

Pesquisa CNT de Rodovias realiza o diagnóstico da malha rodoviária pavimentada do Brasil, identificando as deficiências, os pontos críticos e apresenta as condições das rodovias anualmente, com dados de 2005 a 2019, excetuando o ano de 2008. A Tabela 7 apresenta os dados de qualidade do pavimento do Piauí nessa série histórica.

Tabela 7: Dados da qualidade do pavimento no Estado do Piauí (CNT, 2019b)

Ano	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
2005	17,1%	16,7%	47,1%	12,9%	6,3%
2006	31,4%	8,1%	37,8%	18,8%	3,9%
2007	34,1%	10,3%	40,8%	11,2%	3,6%
2008	-	-	-	-	-
2009	42,2%	7,2%	35,1%	3,8%	11,7%
2010	48,1%	4,1%	37,3%	0,8%	9,7%
2011	44,3%	4,0%	39,9%	1,9%	9,9%
2012	53,6%	0,2%	33,3%	7,5%	5,5%
2013	50,6%	3,9%	36,6%	5,2%	3,7%
2014	47,6%	5,6%	38,5%	4,5%	3,8%
2015	51,1%	7,8%	37,0%	2,3%	1,8%
2016	50,7%	2,5%	37,2%	7,5%	2,0%
2017	47,4%	1,8%	44,2%	4,2%	2,4%
2018	46,4%	4,7%	45,5%	1,1%	2,3%
2019	47,9%	1,6%	46,9%	1,3%	2,2%

Os dados da Tabela 7 foram divididos em resultados satisfatórios (conceito ótimo e bom) e insatisfatório (conceitos regular, ruim e péssimo) e plotados na Figura 2 para analisar o padrão desempenho do pavimento. É possível observar uma tendência de melhora na condição dos pavimentos no Piauí entre 2005 a 2015, e em seguida um decaimento na qualidade. O período de 2012 a 2016 foram os anos com melhores resultados de desempenho dos pavimentos, os dados de 2019 mostram que a qualidade dos pavimentos voltaram aos patamares de meados de 2009.

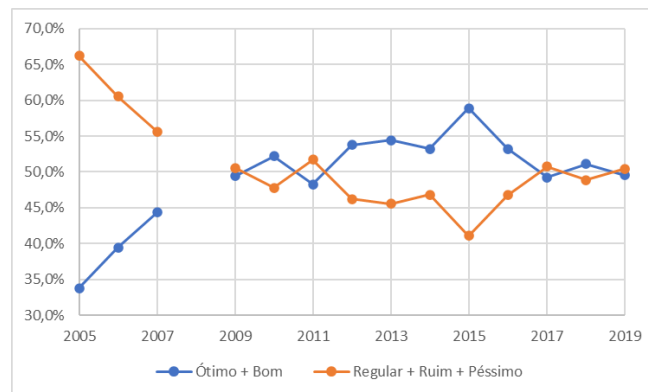


Figura 2: Gráfico da série histórica da qualidade do pavimento do Piauí (CNT, 2019b).

Os recursos federais destinados a manutenção dos pavimentos no Brasil sofreram redução significativas, passaram de R\$5,5 bilhões em 2016 para R\$4,2 bilhões em 2018 (Ministério dos Transportes, 2016 e 2018). As rodovias do Piauí analisadas pela CNT em sua maioria são rodovias federais, a piora na qualidade geral nesse período pode ser explicada em parte pela redução dos recursos destinados a manutenção. Ressaltando que a postergação de manutenções preventivas torna o custo da manutenção corretiva mais elevados, ou seja, custará mais caro retornar ao patamar satisfatório em relação a qualidade do pavimento.

As rodovias federais obtiveram resultados classificados como bom e regulares, nenhum com a classificação ruim ou péssimo. As BR-222, BR-230, BR-316, BR-343 e BR-407 atingiram o conceito bom e as BR-020, BR-135, BR-226, BR-235, BR-324, BR-330, BR-402 e BR-404 obtiveram conceito regular.

- Índice da Condição de Manutenção das Rodovias do Piauí segundo o DNIT

No ano de 2018 os resultados de manutenção (ICM) das rodovias, segundo o DNIT foram excelentes, com 83% das rodovias em bom estado de manutenção, 10% com conceito regular, 3% conceito ruim e 5% péssimo (DNIT, 2018c). Mesmo a metodologia considerando os resultados de conservação (sinalização, roçada e drenagem) os resultados divergem significativamente aos resultados levantados pela CNT em 2018, cujo valores de bom a ótimo foram de pouco mais de 50% das rodovias.

A Figura 3 apresenta o mapa da condição de manutenção das rodovias do Piauí. É possível observar que as rodovias mais ao sul do estado são as em piores condições de manutenção, sendo essa a região de destaque na produção agrícola no estado. Ou seja, a região que demanda uma infraestrutura para escoamento da produção, possui as piores condições, a exemplo da BR-135 com parte do trecho classificado de péssimo a regular.

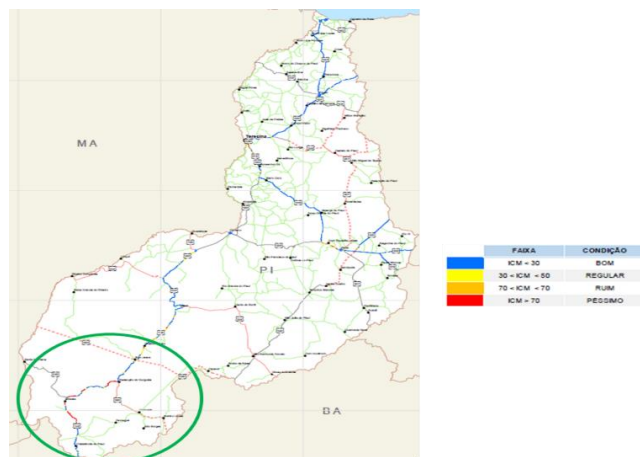


Figura 3: Mapa do ICM do Piauí em 2018 (DNIT, 2018c).

- Índice de Condição de Superfície do Piauí segundo o DNIT

Analisando os dados do índice de condição de superfície de 2018, 69% da extensão das rodovias analisadas receberam conceito bom, 22% regular e 9% ruim. A Figura 4 apresenta o conceito de todas as rodovias analisadas em 2018, e permite observar que as BR-226, BR-222, BR-402 e BR-343 são as rodovias em piores condições, divergindo das informações do próprio DNIT quando a qualidade da rodovia.

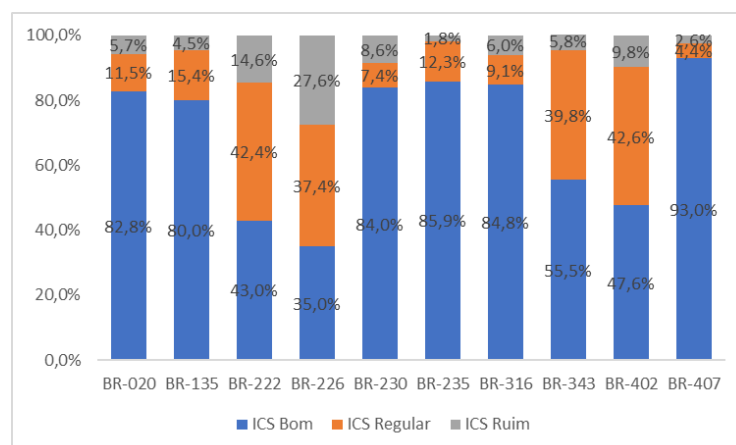


Figura 4: Índice de condição de superfície das rodovias do Piauí.

As rodovias em melhores condições de superfície foram as BR-407, BR-020 e BR-135. Um fato que diverge dos dados da CNT e ICM, no qual a rodovia BR-135 apresenta condição regular na CNT e péssimo a regular no ICM, porém apresentou 80% da extensão analisada com o conceito bom segundo o ICS.

- Índice de Gravidade Global - IGG

Foram compilados os dados de IGG das rodovias a fim de verificar a proporção das rodovias que estariam acima do valor de 80, limite de aceitação, e quanto da malha necessária intervenções emergenciais. A Figura 5 apresenta o percentual de cada rodovia estudada com necessidade de manutenção corretiva. Os resultados de IGG da BR-226 indicam que em 18,5% da rodovia demanda intervenção e se encontra em pior situação, seguida das BR-222 com 7,8% e da BR-230 com 6,2%.

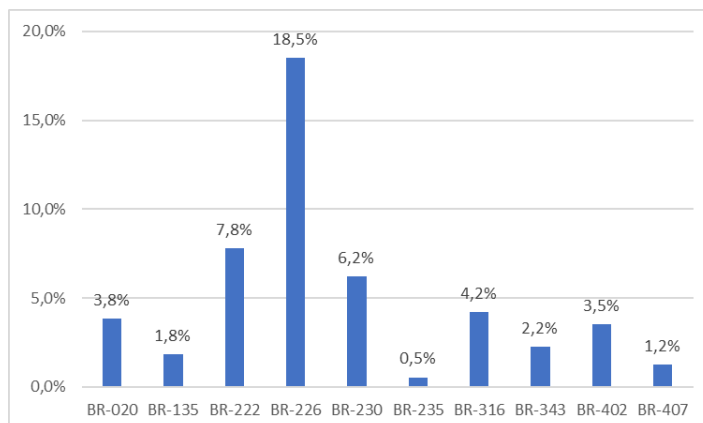


Figura 5: Percentagem das rodovias com IGG acima do limite aceitável (IGG>80).

- Irregularidade Longitudinal

Para avaliação do conforto ao rolamento que foram verificados os trechos com irregularidade longitudinal acima do limite de 2,7m/Km. A **Figura 6** apresenta a proporção dos trechos em baixa condições de rolamento. As rodovias BR-226 e BR-402 possuem mais de 40% dos segmentos com elevadas irregularidades e a BR-407 com a melhor condição de rolamento.

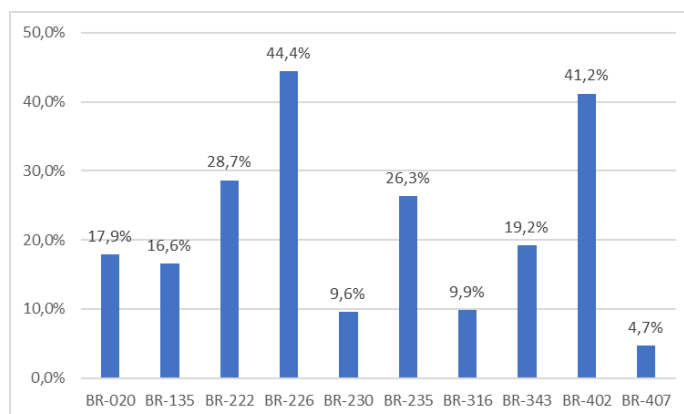


Figura 6: Percentagem das rodovias com IRI acima do limite (IRI>2,7m/km).

No geral as rodovias não apresentam valores de IRI médio muito elevados, no geral apresentam valores próximos a 2m/km, conforme **Figura 7**. Três rodovias obtiveram os valores médios de IRI acima do aceitável, as BR-226, BR-222 e BR-402, sendo as mesmas com as maiores proporções de segmentos com essa problemática.

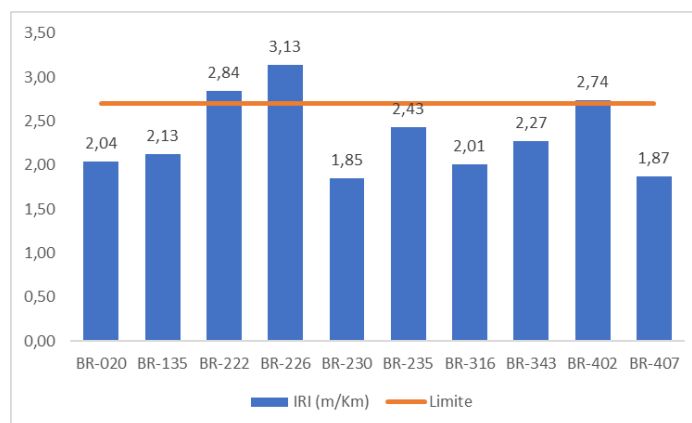


Figura 7: IRI médio nas rodovias

- Afundamento de Trilha de Roda - ATR

Ao analisar, a proporção dos segmento que não atendem o limite de 7mm de afundamento de trilha de roda (Figura 8), duas rodovias analisadas (BR-226 e BR-222) apresentam mais de 50% dos trechos com ATR crítico, outras três rodovias (BR-235, BR-343 e BR-402) apresentam cerca de 40% dos segmento com ATR elevados.

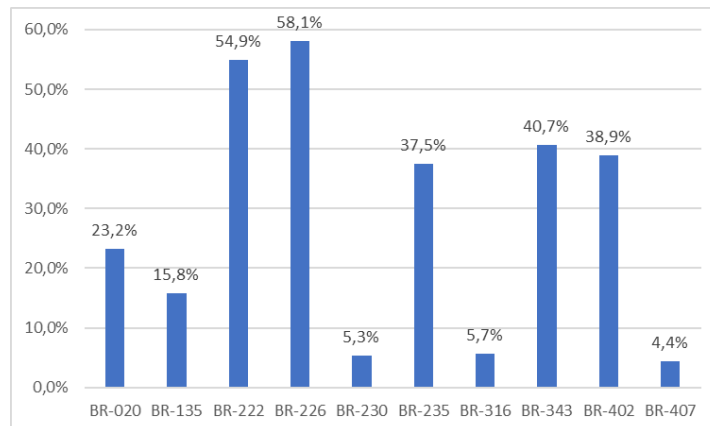


Figura 8: Proporção dos trechos com ATR analisados.

Na Figura 9 estão apresentadas flechas médias das rodovias analisadas e as mesmas cinco rodovias com o maior número de segmentos acima do limite foram as que apresentaram as maiores médias de flecha de ATR, estando acima ou próxima ao limite máximo recomendado. Os resultados mostram que metade das rodovias do estado do Piauí apresentam o afundamento de trilha de roda como patologia dominante.

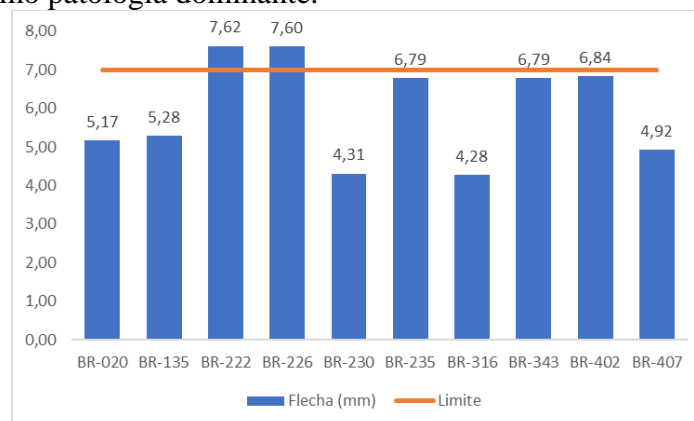


Figura 9: Flechas médias das rodovias analisadas.

O afundamento de trilha de roda está ligado diretamente à condição estrutural do pavimento, sendo o acúmulo da deformação permanente. O não atendimento aos limites de afundamento nas trilhas de rodas interferem na condição segurança viária, pois podem provocar aquaplanagem e conseqüentemente acidente.

- Área Trincada

O trincamento, assim como a ATR, está diretamente ligada à problemas estruturais. A repetição das deformações elásticas provoca a fadiga no revestimento asfáltico. A Figura 10 apresenta a proporção dos trechos que estão acima do limite de 15% de área trincada. Similar as demais parâmetros de avaliação, a BR-226 apresenta a maior percentagem de segmentos problemáticos, com mais de 50% dos segmentos fadigado. Enquanto nas rodovias BR-235 e BR-407 não foram identificados esse tipo de defeito.

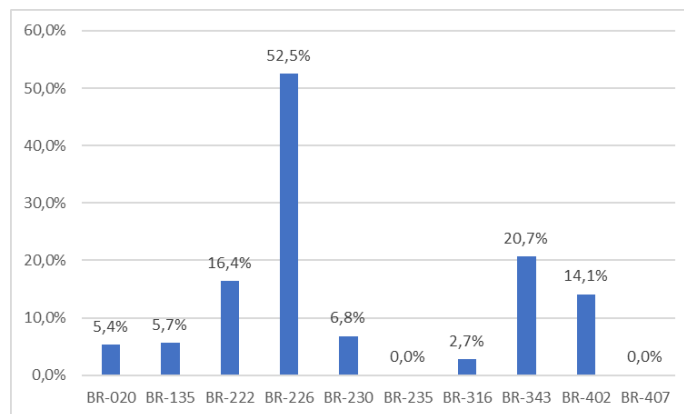


Figura 10: Proporção dos segmentos com área trincada acima do limite recomendado.

Na análise dos resultados de médio da área trincada (Figura 11), observa-se que a BR-226 é a rodovia mais crítica, com 31% de médio da área trincada e as demais rodovias apresentaram menos de 8%. Essa informação demonstra que o trincamento não é a patologia dominante das rodovias do estado do Piauí.

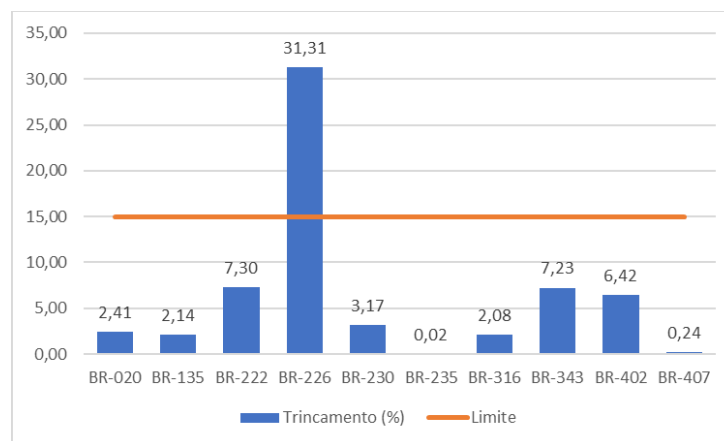


Figura 11: Média da área trincada nas rodovias.

- Existência de panelas

O surgimento das panelas está ligado à evolução dos demais defeitos, sendo o defeito mais danoso para o pavimento e conforto ao usuário. Na **Figura 12** mostra a percentagem de trechos com buracos/panelas. Em aproximadamente 13% dos segmentos das BR-222 e BR-226 possuem buracos no pavimento, sendo necessário a realização de serviços emergenciais nessas localizações. As demais rodovias apresentam menos de 5% com incidência de buracos. Estando a BR-135 com apenas 0,2% dos segmentos com panelas.

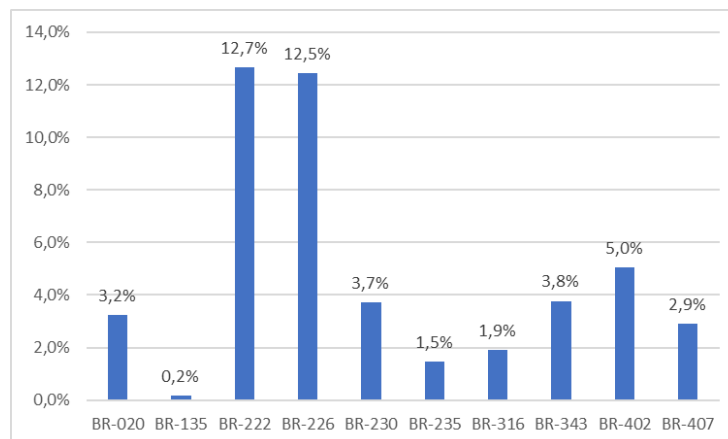


Figura 12: Porcentagem de segmentos com presença de painéis.

- Defeito Crítico

Dos defeitos analisados (trincamento, afundamento e buraco), o afundamento na trilha de roda constou na maior parcela das rodovias, com as maiores extensões acima dos valores aceitáveis e valores médios ultrapassando ou próximos aos limites. O trincamento foi significativo em uma única rodovia (BR-226) e a presença de buracos em apenas duas (BR-222 e BR-226). Tornando o afundamento na trilha de roda o defeito predominante nas rodovias do Piauí.

- Rodovia Crítica

Conforme as avaliações, a rodovia BR-226 encontra-se em estado de deterioração mais avançado comparando com as demais rodovias federais, conforme o analisado na **Tabela 8**. Em nenhum dos parâmetros de qualidade analisados obteve resultados satisfatório, a rodovia apresenta 170 buracos com uma média de dois buracos por quilometro, valores elevados de trincamento, com uma média de área trincada de 31% e 7,6mm de flecha nas trilhas de roda.

Tabela 8: Resultados dos parâmetros de qualidade da BR-226.

Parâmetros	Valor	Conceito
IRI	3,1m/km	Regular
IGG	51,6	Regular
Área trincada	31,3 %	Elevada
ATR	7,6 mm	Elevado
Número de painelas	170 un. 2,13 un/km	Alto
ICS	-	Regular
ICM	-	Ruim
CNT	-	Regular

Por mais que a rodovia represente apenas 5% do total das rodovias do Piauí, a presença de trincamento e deformação na trilha de roda é marcante e requer atenção da administração a fim de evitar acidentes e elevar os custos para recuperação. Mais de 50% dos segmentos analisados apresentam esses defeitos, e segmento crítico entre os km 227 a 273.

5 CONCLUSÃO

Em geral as rodovias federais do Piauí encontram-se, em sua maioria, em estado bom a regular. A rodovia com maior deterioração é a BR-226, na qual apresenta cerca de 46km de extensão com necessidade de intervenção imediata, com valores elevados dos três defeitos analisados (trincamento, afundamento e buraco). Pode-se concluir, através dos resultados, que o defeito mais presente nas rodovias federais do Piauí é o afundamento de trilha de roda. Assim, evidencia-se a necessidade de verificar a situação estrutural do pavimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (2013). Programa de Exploração de Rodovia – PER da Concessionária BR-040 S/A - VIA040, Brasília, DF.
- CNT, Confederação Nacional do Transporte (2019a). Pesquisa CNT de rodovias 2019: Relatório Gerencial. CNT, SEST, SENAT, Brasília, DF.
- _____. (2019b). Planilha de Classificação do Pavimento por Região e Unidade da Federação segundo ano - 2005 - 2019 (km). CNT, SEST, SENAT, Brasília, DF.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (2003): *Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Rio de Janeiro.
- _____. (2006). *Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos*. MT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.
- _____. (2011). *Manual de Gerência de Pavimentos*. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.
- _____. (2017). Instrução de Serviço Nº 10, de 11 de setembro de 2017. *Dispõe sobre a rotina de procedimentos para a realização do levantamento de campo do Índice de Condição da Manutenção (ICM) das rodovias federais brasileiras*.
- _____. (2018a). *Custos médios gerenciais do modal rodoviário*. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.
- _____. (2018b). COORDENAÇÃO GERAL DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE INVESTIMENTOS – CGPLAN. *Consulta Base das Rodovias de Piauí em 2018*. Sistema de Gerência de Pavimentos, Brasília, DF.
- _____. (2018c). Mapa do ICM do Piauí em 2018. Sistema de Gerência de Pavimentos, Brasília, DF.
- _____. (2020). *Sistema Nacional Viário – SNV 2020*. Brasília, DF.
- Department for Transport - GOV.UK (2020). *Guidance: Roads Funding Information Pack*. 3 June 2020. 10 Disponível em: < <https://www.gov.uk/government/publications/roads-funding-information-pack>>
- FERNANDES, Jr. J. L. (2001) *Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades de Médio Porte*. São Carlos/SP: Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R. ZANIEWSKI, J. (1994). *Modern Pavement Management*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, USA.
- Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (2016). Execução Orçamentário-Financeira – Transportes 2016. Brasília, DF.
- _____. (2018). Execução Orçamentário-Financeira – Transportes 2018. Brasília, DF.
- PINI (2014). *Recuperação e Reforço de Pavimentos*. Revista Infraestrutura Urbana. Edição 37. Mar/2014. Disponível em: < <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/37/recuperacao-e-reforco-depavimentos-308746-1.aspx>>
- SANTOS, G. P. (2016) *Nova Lei dos Portos, déficit de infraestrutura e desenvolvimento nacional*. Gazeta do povo. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-publica/justica-e-direito/artigos/nova-lei-dos-portos-deficit-de-infraestrutura-e-desenvolvimento-nacional-1yjb7x8ogh6cbj5u23evq74n8>>
- SHAHIN, M. Y. (2006). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. New York, USA, Ed. Chapman & Hall.
- World Economic Forum (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. Geneva, Switzerland.
- World Economic Forum (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. Geneva, Switzerland.

Ana Kássia Lopes Gonçalves (anakassia@det.ufc.br)
Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici, Bloco 703 – Fortaleza, CE, Brasil.
Aline Calheiros Espíndola (aline.espindola@ctec.ufal.br)
Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas
Campus A.C. Simões, CTEC - Maceió, AL, Brasil.