

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE A IRREGULARIDADE LONGITUDINAL E O DADOS ORIUNDOS DO LVC NAS RODOVIAS FEDERAIS DO ESTADO DO CEARÁ

Ana Kássia Lopes Gonçalves¹

Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes

Aline Calheiros Espíndola^{1,2}

Universidade Federal de Alagoas
Centro de Tecnologia

RESUMO

Diante o contexto brasileiro em que o modal rodoviário é largamente utilizado e a extensão pavimentada é reduzida, gerir os recursos destinados à pavimentação revela-se importante. Este trabalho tem por objetivo avaliar a condição funcional das rodovias federais do estado do Ceará identificando suas problemáticas e assim calcular um modelo de previsão de Irregularidade Longitudinal (IRI) para a rodovia em pior situação. No estado do Ceará, a maioria das rodovias encontram-se em bom estado de conservação, com atenção para a BR-122 que não atinge os critérios de bom estado. Com os dados da avaliação da BR-122, calculou-se um modelo de previsão de Irregularidade Longitudinal (IRI) através de dados de quantidade de painéis, trincamento e flecha, com boa correlação.

ABSTRACT

Considering the Brazilian context in which the road modal is widely used, and the paved extension is reduced, managing the resources destined to the pavement proves to be important. This work aims to evaluate the functional condition of the federal highways in state Ceará identifying their problems and calculating a prediction model of the condition of the pavement for the highway in a worse situation. In state Ceará, most highways are in good condition, with the exception to the BR-122 that does not meet the criteria of good condition. With data from the BR-122 evaluation, a Global Severity Index (IGG) prediction model was calculated using Good Longitudinal Irregularity (IRI) data, with good correlation.

1 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário brasileiro como principal meio de movimentação no país, mostra-se valioso patrimônio que necessita de gestão física e financeira de qualidade. Porém, segundo dados da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2019), o Brasil apresenta 59% das rodovias com algum problema no estado geral. Em que 24,4% encontra-se no estado ruim a péssimo. Qualitativamente, a pesquisa da CNT (2019) apontou que a condição da superfície do pavimento, em 75% da extensão das rodovias apresenta sinais de desgastes, trincas ou afundamentos/ondulações.

Com baixos recursos financeiros destinados à pavimentação e as condições degradadas dos pavimentos brasileiros, é necessário realizar bons diagnósticos da situação real das estradas e, assim, direcionar investimentos para que haja um planejamento de intervenções. Revela-se a importância do Sistema de Gerência dos Pavimentos (SGP). Porém a aquisição dos dados é restrita, dados como o IRI ou outros parâmetros não são coletados devido à falta de recursos e equipamentos de alto custo, inviabilizando ou dificultando a tomada de decisões.

O SGP pode concentrar suas atividades no diagnóstico o estado dos pavimentos; gerar critérios de decisão e priorização; desenvolver modelos de previsão de desempenho dos pavimentos e prever a condição futura dos pavimentos (SHAHIN, 2006). Ferramentas como os modelos estatísticos permite fazer estimativas de orçamento necessário ano a ano para a rodovia sempre

em padrão de qualidade aceitável. E assim, realizar as manutenções no tempo correto, não permitindo a deterioração.

Tendo em vista que diversos sistemas de gerência utilizam como padrão de tomada de decisão o parâmetro IRI nota-se a importância da obtenção de dados desse parâmetro. Além disso, há dificuldade no levantamento dos dados para o diagnóstico da situação das rodovias, modelos estatísticos facilitariam a obtenção de novos dados. Sendo assim, modelos de correlação são uma alternativa satisfatória.

Diante deste contexto, o trabalho tem por objetivo analisar a condição funcional dos pavimentos das rodovias federais do estado do Ceará, identificar suas problemáticas e calcular um modelo de correlação entre o Índice de Irregularidade e as patologias levantadas no método LVC para a rodovia em pior situação de degradação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema de Gerência de Pavimentos

De acordo com Bernucci *et al.* (2006) do ponto de vista do usuário, o estado da superfície do pavimento é o mais importante, pois os defeitos ou irregularidades nessa superfície são percebidos uma vez que afetam seu conforto. Com o decorrer do período de vida útil os pavimentos sofrem interferência em sua estrutura e funcionamento por fatores como tráfego, clima, deficiências no processo construtivo e características dos materiais. A interação destes fatores resulta no surgimento de patologias de variadas gravidades (BALBO, 1997). As atividades básicas do SGP, normalmente estão ligadas a área de planejamento. Pode-se afirmar que um SGP é um conjunto de ferramentas ou métodos que auxiliam a tomada de decisões e na escolha de estratégias otimizadas em relação às atividades de pavimentação, atividades estas que servem para manter os pavimentos em condições adequadas de serventia, facilitando a coordenação das atividades do órgão gestor responsável (MOREIRA, 2003). Segundo Freitas e Pereira (2001) as decisões de conservação dos pavimentos apoiam-se em dados relativos ao estado do pavimento no passado, como também da previsão desse estado ao longo do tempo, de modo a otimizar a utilização dos recursos financeiros investidos na infraestrutura rodoviária. Estas informações são ferramentas utilizadas por SGP.

A gerência de pavimentos é responsável pela análise das condições estruturais e funcionais do pavimento. Para subsidiar o SGP, o DNIT realiza regularmente levantamentos de campo que possibilitam avaliar a situação real do pavimento das rodovias federais. De acordo com o manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) os tipos mais importantes de defeitos que são levados em consideração visando à deflagração de intervenções de restauração são trincamento (principalmente por fadiga); desgaste; panela; afundamento nas trilhas de roda (ATR); irregularidade longitudinal; desagregação; resistência à derrapagem. Dentre estas, a irregularidade longitudinal da superfície do pavimento é considerada o mais importante indicativo de desempenho dos pavimentos, pois afeta diretamente o conforto e a segurança dos usuários da rodovia, além de estar relacionada com os custos operacionais dos veículos (SOCIM *et al.*, 2013).

O diagnóstico correto das condições estruturais ou funcionais de um pavimento é fundamental para uma tomada de decisão eficiente relacionada à necessidade e ao tipo de manutenção, bem como ao método com o qual as intervenções devem ser executadas. Dessa forma, a etapa de avaliação é considerada uma das mais importantes de um sistema de gerência de pavimentos.

2.2 Levantamento Visual Contínuo - LVC

Segundo o DNIT (2003), o Levantamento Visual Contínuo é um método que consiste na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos através da observação, a cada 20 metros, dos defeitos existentes no pavimento da rodovia em análise. Dentre os defeitos levantados estão: trincas, remendos, panelas, afundamentos, ondulações e outros.

2.2.1 Índice de Gravidade Global - IGG

O IGG é calculado a partir do levantamento de defeitos na superfície (DNIT, 2003) com seus respectivos cálculos de frequências absolutas e relativas. São calculadas a variância e a média das flechas nas trilhas de roda interna e externa. Os valores de IGG dos segmentos homogêneos permite determinar o estado funcional do pavimento, os limites para cada conceito são apresentados na Tabela 1.

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

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

2.3 Irregularidade Longitudinal

O DNIT (2017) apresenta o Índice de Irregularidade Internacional (IRI) como desvios da superfície da rodovia em relação a um plano de referência que afetam a dinâmica dos veículos, a qualidade de rolamento e as cargas dinâmicas sobre as vias. Os levantamentos são feitos por meio de deflectômetros a laser, acoplados no veículo, que fornecem leituras correspondentes à irregularidade do pavimento. Os limites que determinam a condição do pavimento em função do IRI encontram-se na Tabela 2

Tabela 2: Condição do pavimento em função do IRI (DNIT, 2017)

Condição	IRI
Excelente	1,0-1,9
Boa	1,9-2,7
Regular	2,7-3,5
Ruim	3,5-4,6
Péssima	>4,6

3 MÉTODO

Para atingir os objetivos deste trabalho foram utilizados dados do ano de 2018 do desempenho funcional dos pavimentos das rodovias federais do Ceará, cedidos pela coordenação geral de planejamento e programação de investimentos – CGPLAN, obtidos do sistema de gerência de pavimentos do DNIT. Analisou-se apenas uma parcela da extensão das rodovias que se encontra no estado do Ceará (Figura 1), pois o DNIT analisa apenas o sentido mais crítico da rodovia, devido à elevada extensão das vias. Na Tabela 3 está demonstrada a extensão total e a porcentagem analisada das rodovias.

Tabela 3: Extensão de rodovias (DNIT, 2018)

Rodovias	Extensão (km)	Extensão Analisada (km)	% Analisada
BR-020	447,5	447,5	100
BR-116	551,4	550,57	99,8
BR-122	445	445	100
BR-222	348,8	348,8	100
BR-226	397,7	374,7	94,21
BR-230	243	81,6	33,58
BR-304	102,5	102,5	100
BR-402	401,5	118,1	29,41
BR-403	329,9	149	45,16
BR-404	430	35	8,13

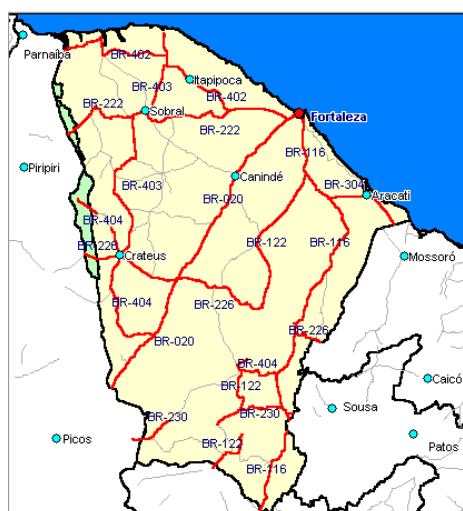


Figura 1: Rodovias do Estado do Ceará

A CGPLAN realiza o levantamento de diversos parâmetros funcionais de qualidade do pavimento, para o presente estudo foram selecionados os irregularidade longitudinal, índice de gravidade global, área trincada, afundamento de trilha de roda e quantidade de painéis. Os limites de qualidade recomendados constam na Tabela 4 e são os mesmos exigidos no programa de exploração da rodovia (PER) para as rodovias concessionadas e regulamentadas pela agência nacional de transportes terrestres (ANTT). Utilizou-se tais limites para analisar o nível de atendimento dos critérios que devem ser atendidos nas rodovias federais do estado do Ceará.

Tabela 4: Limites dos parâmetros funcionais do pavimento (ANTT, 2013)

Parâmetros Funcionais	Limites de qualidade
Irregularidade Longitudinal	2,7m/Km
Índice de Gravidade Global	80
Área trincada	15%
Afundamento de Trilha de Roda	7mm
Quantidade de painéis	0

Após a análise da condição do pavimento das rodovias em relação a cada parâmetro da Tabela 4, verificou-se a rodovia em estado de degradação mais avançado e a patologia predominante.

Com base nos dados das patologias disponíveis propõe-se um modelo de correlação de IRI com o método do LVC como alternativa ao levantamento de dados da irregularidade longitudinal. No modelo estatístico escolheu-se as variáveis que melhor se correlacionou. Para verificação do fenômeno, utilizou-se da análise do coeficiente de determinação R^2 .

4 RESULTADOS

Os levantamentos das condições do pavimento foram realizados nos dois sentidos da via, exceto na BR-404 e ocorreu em parte da extensão das rodovias. Dos 3697,3 km de rodovias federais que ocupam o Ceará, levantou-se 71,24% destas. De acordo com o DNIT, que avaliou o índice de condição de superfície (ICS), a condição geral da superfície dos pavimentos no do Ceará encontra-se em bom estado (Figura 2).

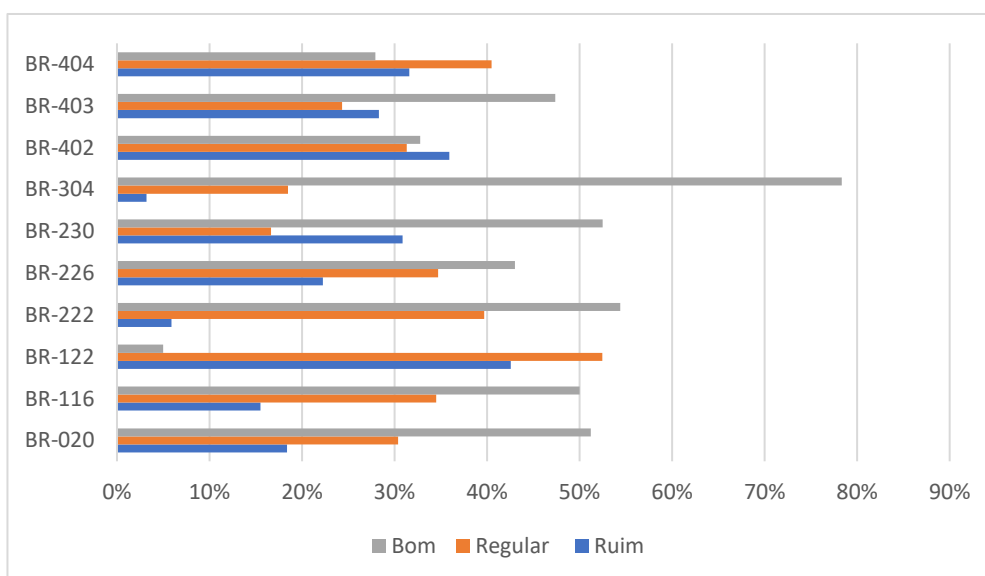


Figura 2: Condição geral da superfície das rodovias federais do Ceará

Conforme a Figura 2, a rodovia BR-122 encontra-se me pior estado, com 43% dos trechos em má condição e apenas 5% em bom estado de conservação, seguida da BR-402 com 31% dos trechos deteriorados. A BR-304 apresenta a maioria dos trechos em boa condição (78%). As demais rodovias encontram em bom estado de conservação. Entretanto o ICS não permite determinar as patologias presentes nos trechos que possuem alta degradação. Com isso, fica evidente a necessidade de outras formas de avaliação.

4.1 Índice de Irregularidade Longitudinal - IRI

Para avaliação do conforto ao rolamento realizou-se o levantamento das irregularidades longitudinais, em que foram verificados os trechos que não atendiam ao limite de 2,7m/Km. Verificou-se a porcentagem das rodovias que não proporcionam conforto ao usuário. A proporção dos trechos em baixa condições de rolamento estão apresentados na Figura3.

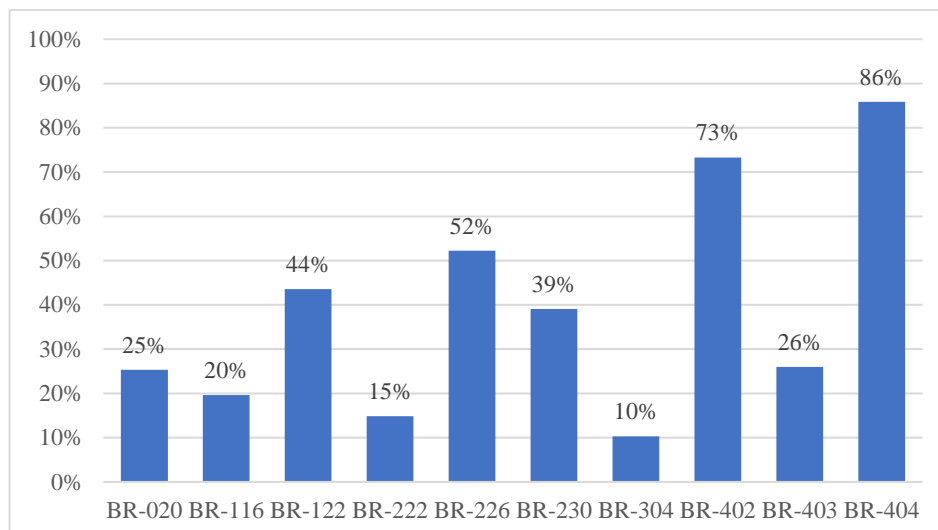


Figura 3: Proporção de trechos com IRI acima do limite

Observa-se na Figura 3 que a pelo menos metade das rodovias no estado do Ceará encontram-se com a irregularidade acima do recomendável. A BR-404 apresenta a pior situação com 86% dos trechos analisados em más condições de conforto ao rolamento. Rodovias como a BR-402 e BR-226 também se encontram em estado crítico com mais da metade dos seus trechos com IRI elevado. Assim, recomenda-se a realização de intervenções nestas rodovias.

4.2 Índice de Gravidade Global - IGG

Os dados IGG viabiliza determinar a condição geral do pavimento em decorrência da presença das patologias. No método especificado pelo DNIT (2003), valores acima de 80 de IGG para cada segmento homogêneo levantado, simboliza o estado funcional do pavimento como ruim. Na Figura 4 estão apresentadas as proporções da condição dos trechos das rodovias.

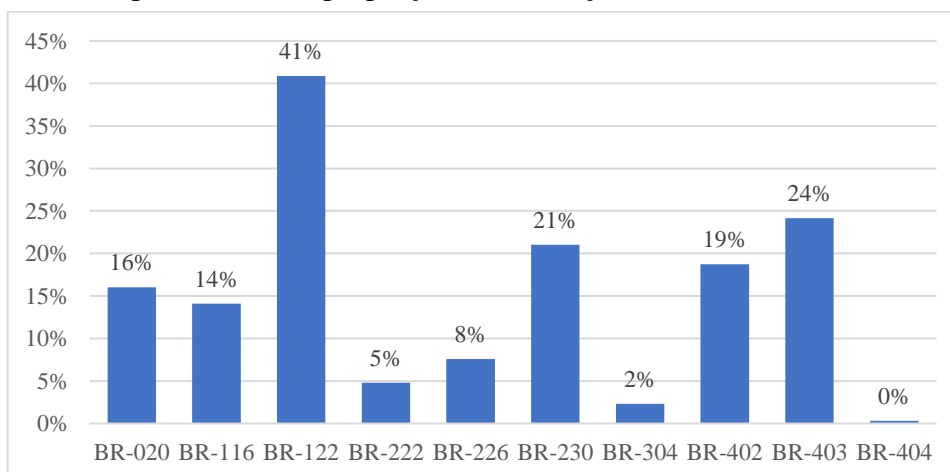


Figura 4: Proporção de trechos com IGG acima do limite

Pode-se observar na Figura 4 que a BR-122 é a mais crítica quanto ao IGG, com 41% dos trechos em condição acima do limite. As outras rodovias apresentam menos segmentos homogêneos com o IGG acima de 80. A rodovia em melhor condição, com 0% de trechos com IGG acima do limite, é a BR-404.

4.3 Afundamento de Trilha de Roda - ATR

O afundamento de trilha de roda está ligado diretamente à condição estrutural do pavimento, sendo o acúmulo da deformação permanente. Os afundamentos interferem na condição de conforto e principalmente na segurança do usuário. Para evitar aquaplanagem, a flecha máxima recomendada é de 7mm, de acordo com a ANTT. Na Figura 5 estão apresentadas flechas médias das rodovias analisadas.

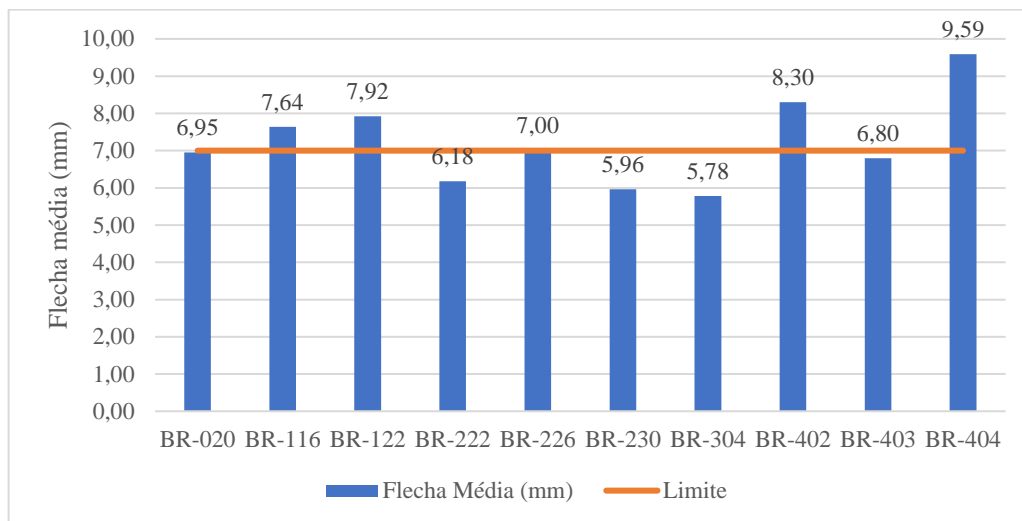


Figura 5: Flechas médias das rodovias

Conforme a Figura 5, quatro das dez rodovias analisadas (BR-116, BR-122, BR-402, BR-404) estão com o valor médio da flecha acima do limite aceitável. E as outras rodovias apresentam afundamentos próximos ao limite, reforçando a necessidade de intervenção.

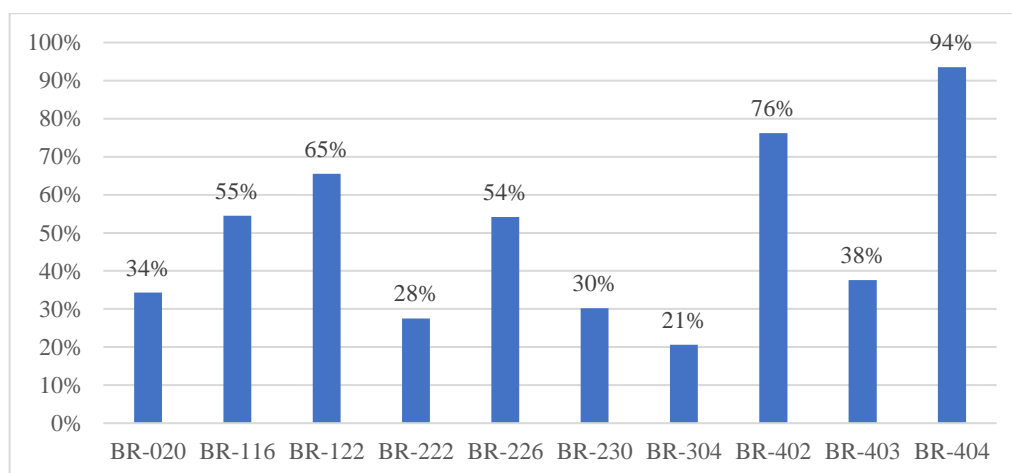


Figura 6: Porcentagem de trechos de rodovias com ATR acima de 7mm

Ao analisar, a proporção de trechos que não atendem o limite de 7mm (Figura 6), cinco (BR-116, BR-112, BR-226, BR-402 e BR-404) das dez rodovias analisadas estão com mais de 50% dos trechos com ATR elevados, aumentando o risco de acidentes. O caso mais crítico encontra-se na BR-404, que possui 94% de trechos com flechas elevadas. Mesmo na melhor situação (BR-304), os valores elevados de afundamento estão presentes em 21% da extensão analisada

da rodovia.

4.4 Área Trincada

O trincamento, assim como a ATR, está diretamente ligada esgotamento estrutural do pavimento, sinalizando final da vida útil da estrutura. A repetição das deformações elásticas provoca a fadiga no revestimento asfáltico. A Figura 7 apresenta a proporção dos trechos que estão acima do limite de 15% de área trincada.

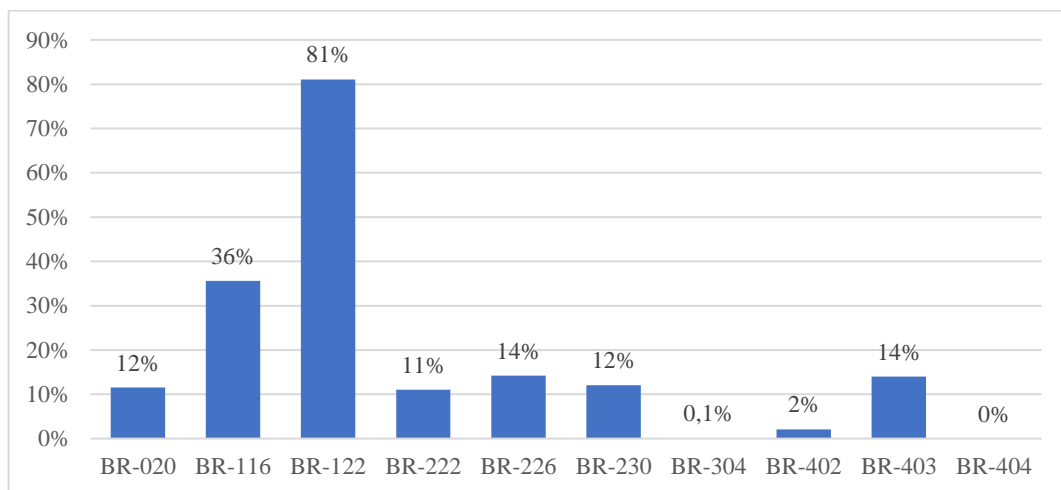


Figura 7: Proporção dos trechos com área trincada acima de 15%

Na análise dos resultados de área trincada (Figura 7), observa-se que a BR-122 é a rodovia mais crítica, com 81% dos trechos com área trincada, seguida da BR-116, com 36% de área trincada. As demais rodovias apresentam área trincada com menos de 15% dos trechos em estado crítico. Com atenção para as rodovias BR-304, BR-402 e BR-404 que não apresentam porcentagens significativas de trechos com área trincada.

4.5 Existência de painéis nas rodovias

O surgimento das painéis está ligado à evolução dos demais defeitos no pavimento. Na Figura 8 apresenta a porcentagem de trechos com buracos. A BR-122 apresenta a maior porcentagem (25%) de trechos com painéis, condizente com o apresentado de porcentagem de área trincada nesta rodovia. As BR-230, BR-402 e BR-403 também apresentam mais de 20% dos segmentos com presença de buracos. Nas BR-222, BR-304 e BR-404 há baixa incidência de painéis.

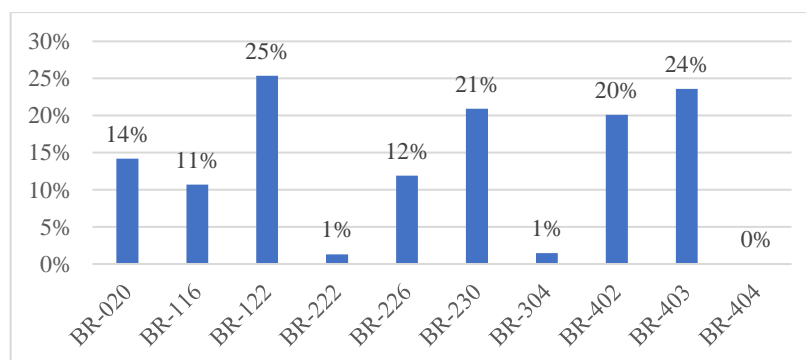


Figura 8: Proporção dos trechos com painéis

4.6 Verificação da rodovia mais crítica

Conforme as avaliações, a rodovia BR-122 encontra-se em estado de deterioração mais avançado, comparado com as demais. Na Tabela 5 encontra-se o resumo do diagnóstico das rodovias federais do Ceará analisadas.

Tabela 5: Diagnóstico das rodovias federais do Ceará

Rodovia	IRI (m/Km)	Flecha (mm)	IGG	Qtd. De Painelas	Trincamento (%)
Br-020	Bom	Bom	Regular	Ruim	Bom
Br-116	Bom	Ruim	Regular	Bom	Ruim
Br-122	Regular	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Br-222	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Br-226	Regular	Bom	Bom	Ruim	Bom
Br-230	Regular	Bom	Regular	Ruim	Bom
Br-304	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Br-402	Ruim	Ruim	Regular	Ruim	Bom
Br-403	Bom	Bom	Regular	Ruim	Bom
Br-404	Ruim	Ruim	Ótimo	Ótimo	Bom

De acordo com a Tabela 6, a patologia mais comum na BR-122 é o trincamento com 81% dos segmentos trincados. O afundamento de trilha de roda também se encontra com alta porcentagem de trechos com flechas acima da média, cerca de 65%.

Tabela 6: Porcentagem de trechos acima do limite da BR-122

Parâmetros Funcionais	Porcentagem de trechos acima do limite
Irregularidade Longitudinal - IRI	44%
Índice de Gravidade Global - IGG	14%
Trincamento	81%
Afundamento de Trilha de Roda - ATR	65%
Quantidade de painelas	25%

4.7 Modelo de correlação entre o Irregularidade Longitudinal e o método LVC da rodovia mais crítica

Para a definição do modelo estatístico, optou-se por uma regressão linear múltipla, pois sua equação foi desenvolvida para correlacionar o IRI e os parâmetros de IGG (quantidade de painelas, área trincada e flecha na trilha de roda) da BR-122. Inicialmente, verificou-se a correlação entre os parâmetros apresentada na Tabela 7. Foram utilizadas as 1.528 observações para a obtenção das correlações.

Tabela 7: Correlação IRI x Parâmetros IGG

	Qtd. de Painelas	Trincamento (%)	Flecha (mm)
IRI (m/Km)	0,489532084	0,937939367	0,907345607

Devido à boas correlações entre os parâmetros, realizou-se uma regressão linear múltipla para

definir o modelo. O coeficiente de determinação do modelo apresentou resultado satisfatório de $R^2 = 0,93$, apresentado na Tabela 8, e então pode-se determinar a equação de regressão múltipla.

Tabela 8: Teste de regressão estatística

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,969387717
R-Quadrado	0,939712546
R-quadrado ajustado	0,939593792
Erro padrão	0,497018928
Observações	1527

A partir da Equação (1) é possível estimar o valor de IRI a partir das patologias levantadas na metodologia do LVC. Com isso, é possível demonstrar que as variáveis relacionadas à degradação do pavimento estão intrinsecamente ligadas ao conforto do usuário do pavimento.

$$IRI = 6,226902201 + 0,081275041 * Qtd\ de\ painelas + 0,535743242 * Trincamento - 2,083802876 * Flecha \quad (1)$$

5 CONCLUSÃO

Em sua maioria, as rodovias federais do Ceará encontram-se em estado regular e a patologia mais frequente é o afundamento de trilha de roda. A rodovia BR-404 apresenta o melhor estado em comparação com o resto da malha rodoviária federal do estado, porém pode-se esperar que não represente a realidade, já que se levantou apenas um pequeno trecho da rodovia. A situação mais grave é a da BR-122 que apresenta a maioria de seus parâmetros avaliativos em situação ruim. Para a BR-122, desenvolveu-se um modelo de correlação entre o IRI e informações obtidas no LVC, em que se desenvolveu uma equação de regressão linear múltipla, devido a boas correlações entre os métodos. Por fim, o modelo descreveu o fenômeno satisfatoriamente, ou seja, foi constatado a possibilidade de utilização do IRI para previsão do IGG

Pode-se concluir, através dos resultados, que o modelo de correlação entre o IRI e o IGG pode ser utilizado como ferramenta no sistema de gerência de pavimentos, na ausência de coleta de dados. Porém essa alternativa ao levantamento de dados pode ser utilizada apenas para a rodovia em pior situação de IGG com área trincada e elevado número de painelas conforme o objetivo proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres (2013). Programa de Exploração de Rodovia – PER da Concessionária BR-040 S/A - VIA040, Brasília, DF.
- BALBO, J. T. (1997) *Pavimentos Asfálticos – Patologias e Manutenção* Editora Plêiade, São Paulo, SP.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J.A.; SOARES, J. B. (2006) *Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros*. PETROBRAS/ABEDA.
- BENEVIDES, S. A. S. E. (2006) *Modelos de Desempenho de Pavimentos Asfálticos para um Sistema de Gestão de Rodovias Estaduais do Ceará*. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- CNT, Confederação Nacional do Transporte (2019a). Pesquisa CNT de rodovias 2019: Relatório Gerencial. CNT, SEST, SENAT, Brasília, DF.

- CNT (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.
- DNIT (2006). *Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos*. MT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.
- DNIT (2011). *Manual de Gerência de Pavimentos*. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.
- DNIT (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*.
- DNIT (2018a). *Custos médios gerenciais do modal rodoviário*. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro.
- DNIT (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.
- DNIT. (2018c). Mapa do ICM do Piauí em 2018. Sistema de Gerência de Pavimentos, Brasília, DF.
- DNIT. (2020). *Sistema Nacional Viário – SNV 2020*. Brasília, DF.
- ESPÍNDOLA, A. C. Modelos de previsão de desempenho de pavimentos flexíveis para uma rodovia no Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Transportes) – IME/Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R. ZANIEWSKI, J. (1994). *Modern Pavement Management*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, USA.
- MOREIRA, F. E. B. (2003) Um modelo de avaliação da evolução geométrica das patologias em vias não pavimentadas: aplicação ao caso do município de Aquiraz. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- SHAHIN, M. Y. (2006). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. New York, USA, Ed. Chapman & Hall.
- SONCIM, S. P.; FERNANDES, J. L.; DE CAMPOS, L. E. P. (2013) Modelo de desempenho de irregularidade longitudinal desenvolvido com base em dados da rede de rodovias em tratamento superficial duplo do Estado da Bahia. *Revista Transportes*, v 21, n. 3, p. 22-30.

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.