



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)

EVOLUÇÃO TEMPORAL DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE UMA RODOVIA FEDERAL BRASILEIRA

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

José Levi Chaves de Sousa¹; Sebastian Felipe Castellanos Buitrago¹; Camila Lima Maia¹; Samuel José Celestino de Oliveira¹ & Francisco Heber Lacerda de Oliveira¹

RESUMO

A avaliação funcional de pavimentos flexíveis é relevante para que sejam elaborados projetos adequados de manutenção e reabilitação (M&R) em infraestruturas rodoviárias. Uma das formas de se executar essa avaliação, de modo objetivo, é por meio do Índice de Gravidade Global (IGG), regido no Brasil, para rodovias federais em pavimentação flexível pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar o desempenho do IGG e os investimentos em M&R de uma rodovia federal no estado do Ceará, numa extensão de 100 km, entre os anos de 2014 e 2022. Os dados de IGG e de investimentos foram analisados pelo *Software R* para fazer uma análise descritiva detalhada das medidas de tendência central, dispersão, análise gráfica e análise de investimentos em M&R. Os resultados obtidos mostraram que, em relação a 2014, os valores de IGG indicam um decréscimo anual das condições funcionais, sendo 2020 o ano com pior avaliação objetiva possuindo a maior média de IGG dentre todos os anos analisados. Também percebeu-se que os anos com investimentos maiores de M&R há uma melhora na média do IGG, assim como, com baixos investimentos a média piora, com exceção dos dois últimos anos. Pode-se concluir que há uma grande variação dos dados de IGG no trecho analisado, em que, a piora dos pavimentos ao longo dos anos torna-se perceptível pelo decaimento dos valores de IGG, destacando uma melhora nos últimos dois anos analisados, porém, essa melhoria não atinge os limites da qualidade do trecho no ano de 2014.

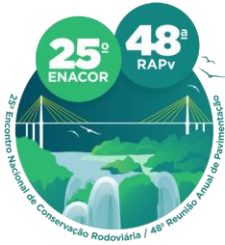
PALAVRAS-CHAVE: Avaliação funcional; Pavimentos; Rodovias; IGG; Análise descritiva.

ABSTRACT

The functional evaluation of flexible pavements is relevant for the development of adequate maintenance and rehabilitation (M&R) projects in road infrastructures. One of the ways to perform this evaluation, in an objective way, is through the Global Severity Index (IGG), regulated in Brazil, for federal highways in flexible pavements by the National Department of Transportation Infrastructure (DNIT). In this sense, the objective of this paper is to analyze the performance of the IGG and the investments in M&R of a federal highway in the state of Ceará, in a length of 100 km, between the years 2014 and 2022. The IGG and investment data were analyzed by *Software R* to make a detailed descriptive analysis of measures of central tendency, dispersion, graphical analysis and M&R investment analysis. The results obtained showed that, compared to 2014, the IGG values indicate an annual decrease in functional conditions, with 2020 being the year with the worst objective evaluation possessing the highest average IGG among all the years analyzed. It was also noticed that in years with higher M&R investments there is an improvement in the average IGG, as well as, with low investments the average worsens, with the exception of the last two years. It can be concluded that there is a large variation of the IGG data in the analyzed section, in which the worsening of the pavements over the years becomes noticeable by the decline in IGG values, highlighting an improvement in the last two years analyzed, however, this improvement does not reach the limits of the quality of the section in the year 2014.

KEY WORDS: Functional evaluation; Pavements; Roadways; IGG; Descriptive analysis.

¹Departamento de Engenharia de Transportes, Bloco 703, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará (UFC), levi.chaves@det.ufc.br; sebastian.castellanos@det.ufc.br; camilalima@det.ufc.br; samuel.oliveira@det.ufc.br; heber@det.ufc.br.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

Sabe-se que cerca de 66,0% da malha rodoviária pavimentada avaliada do país apresenta algum tipo de problema, estando em condição regular, ruim ou péssima (CNT, 2022). Essa condição exige, com o tempo, investimentos para recuperação da sua estrutura. Sendo assim, a aplicação de métodos de avaliação de defeitos tem como objetivo determinar as condições funcionais e estruturais dos pavimentos, e auxiliar gestores no processo de tomada de decisão quanto aos serviços de manutenção e reabilitação (M&R).

Os métodos de avaliação da condição de superfície dos pavimentos podem ser realizados de forma subjetiva ou objetiva. Os métodos subjetivos consideram a opinião do profissional responsável pelo levantamento e os métodos objetivos realizam uma análise quantitativa dos defeitos encontrados. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) possui procedimentos específicos para realização desses levantamentos e dentre eles está o Índice de Gravidade Global (IGG), um método objetivo regido por DNIT (2003a).

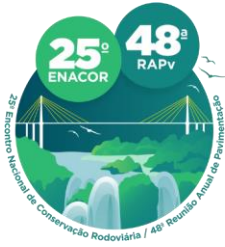
O intuito fundamental da avaliação de pavimentos flexíveis é fornecer dados para projetos de M&R. A partir dos dados coletados é possível estruturar um banco de dados das condições reais do pavimento e monitorar o seu desempenho a partir de levantamentos periódicos (REIS, 2007). Por conseguinte, percebe-se a importância dos métodos de avaliação funcional de pavimentos para os Sistemas de Gerência de Pavimentos.

Ainda segundo a CNT (2022), cerca de 91,1% dos pavimentos flexíveis no Brasil, em 2022, apresentou algum tipo de defeito como trincas, ondulações, buracos, remendos e afundamentos. Para solucionar esses problemas e garantir a manutenção seriam necessários cerca de R\$ 94,93 bilhões. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa da condição da superfície de uma rodovia federal brasileira, entre os anos de 2014 e 2022, por meio do IGG e dos investimentos em M&R. Utilizando esses dados, tornou-se viável a análise descritiva do IGG, reconhecendo os padrões e o estado da rodovia, investigando como o comportamento evoluiu ao longo dos anos analisados, bem como também tornou possível a análise de investimentos em manutenção na rodovia.

REFERENCIAL TEÓRICO

O pavimento é uma estrutura não perene de camadas compactadas sobrepostas, com condição estrutural e de rolamento adequadas para atender ao tráfego. Durante a sua vida útil de projeto devem ser considerados serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação para que as condições de trafegabilidade sejam mantidas com eficiência e segurança (BALBO, 2007).

Ao longo do tempo fatores como radiação solar, variações de temperatura, umidade e solicitações do tráfego contribuem para a redução da condição de serventia, processo esse que o DNIT (2006) define como deterioração do pavimento. De acordo com Correia *et al.* (2021), uma baixa condição de serventia dos pavimentos está diretamente associada com o aumento do custo operacional logístico de transportes e essa baixa condição de serventia é um problema especialmente preocupante em países em desenvolvimento como o Brasil, onde os recursos para investimento em infraestrutura são escassos e a manutenção de rodovias são frequentemente ignoradas.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Para Lima *et al.* (2013) e Rodrigues *et al.* (2018), a negligência das etapas de manutenções preventivas e corretivas devem ser prioritariamente evitadas, dado que os custos com reabilitação e reconstrução de rodovias são significativamente maiores. Para fundamentar um processo de tomada de decisão, no contexto de um sistema de gerenciamento de pavimentos, o levantamento de dados sobre a condição de serventia destas infraestruturas é de vital importância, especialmente no contexto de restrições orçamentárias onde a otimização do custo-benefício é requerida (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 1989).

Os métodos de levantamento da condição de pavimentos se subdividem basicamente em dois grupos, os métodos subjetivos e os métodos objetivos. Os subjetivos são aqueles que dependem da avaliação subjetiva de um inspetor ou técnico enquanto os métodos objetivos são baseados em medições quantitativas de equipamentos especializados. Normalmente os métodos subjetivos são mais simples e econômicos, a depender do tamanho do trecho levantado, mas também é o mais suscetível a incoerências e variações decorrentes de erros humanos. Por sua vez, os métodos objetivos, por se basearem em dados quantitativos apresentam maior grau de assertividade no retorno dos indicadores da condição do pavimento.

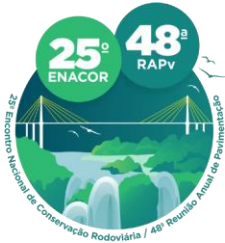
Dentre os métodos de avaliação objetiva, o IGG (Índice de Gravidade Global) é um índice numérico que leva em consideração o tipo e a severidade dos defeitos dos pavimentos. O método de avaliação do IGG é descrito por DNIT (2003a) e por DNIT (2003b).

DNIT (2003a) define os termos técnicos empregados para caracterizar os defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semirrígidos e serve para padronizar a linguagem adotada na elaboração materiais e trabalhos sobre o tema. Todos os defeitos possivelmente encontrados no pavimento são nomeados com seu respectivo código de acordo com a norma citada e são: fendas, afundamentos, corrugações ou ondulações Transversais, exsudação, desgaste ou desagregação, panela ou buraco e remendos.

Por sua vez, o DNIT (2003a) define os termos para o cálculo do IGG, tais como a frequência absoluta e a frequência relativa das ocorrências levantadas no pavimento, o cálculo do IGI (Índice de Gravidade Individual), a média e a variância das flechas medidas nos afundamentos por trilhas de roda das faixas de rolamento. A partir destes parâmetros que são levantados *in loco*, a cada estaca de 20 m com alternância da faixa, anota-se em uma planilha a terminologia e o código associado ao defeito existente na área delimitada. De posse do inventário dos dados levantados em campo, devem ser realizados os cálculos para determinação do IGG do segmento avaliado.

Antunes *et al.* (2021) avaliaram o desempenho funcional, estrutural e de segurança viária de um trecho experimental construído com resíduos reciclados de ardósia em camadas de sub-base, base e na produção do revestimento em concreto asfáltico. O indicador para a avaliação funcional foi o IGG. A partir do índice os autores avaliaram o pavimento em estado ótimo e apontaram que dos 864m² de superfície de pista levantados apenas 5m² apresentou o defeito de trinca interligada couro de jacaré, sendo esta área correspondente a 0,58%.

Assunção *et al.* (2021) verificaram o estado de um trecho de 5,5 km da rodovia PE-160 em Santa Cruz do Capibaribe-PE por meio de um método subjetivo e um objetivo, sendo estes o Valor de Serventia Atual (VSA) e o Índice de Gravidade Global (IGG) respectivamente. Nesse trabalho específico, os autores verificaram que a classificação tanto para o método subjetivo quanto para o



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



método objetivo aponta para uma condição de funcional regular demonstrando uma convergência das indicações dos índices.

No entanto, Lira e Oliveira (2019) verificaram divergências entre as classificações objetivas (IGG) e subjetivas, especificamente, o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF) para definição de estratégias de manutenção e restauração (M&R) em rodovias brasileiras. Os autores apontam para uma tendência de classificação melhor dos pavimentos pelo ICPF devido à variabilidade de percepção dos avaliadores.

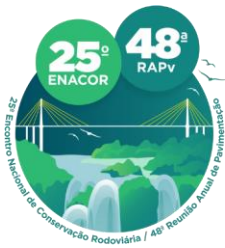
Azevedo *et al.* (2020) avaliaram a condição de vias urbanas em Caruaru-PE por meio de avaliações subjetivas e objetivas. No trabalho citado os autores utilizaram o Índice de Condição do Pavimento (ICP) e o Valor de Serventia Atual (VSA). Os autores apontam que o pavimento pôde ser classificado como excelente e bom de acordo com a avaliação subjetiva e objetiva respectivamente. Apontam ainda que a metodologia proposta apresenta resultados coerentes, embora distintos, e pode ser utilizada a nível de rede como ferramenta auxiliar para os gestores e tomadores de decisão, no entanto, os autores mencionam que o ICP, embora seja um parâmetro importante para direcionamento de esforços para manutenção e reabilitação, não substitui a necessidade de estudos mais aprofundados para intervenções a nível de projeto, citando a determinação do IGG e o uso de avaliações estruturais com maior nível de detalhamento para diagnósticos mais robustos.

Silva *et al.* (2018), ao comparar os mesmos trechos situados na BR-116 no estado do Ceará, verificaram divergências nas classificações usando o Índice do Estado da Superfície (IES) e o IGG. Os autores atribuíram essa divergência de classificação a influência da opinião do avaliador, com o IES apontando para uma pior condição de degradação frente ao apontado pelo IGG, com o pavimento tendo sido classificado como ruim e regular pelos índices respectivamente.

Por fim, Vieira *et al.* (2016), comparando as avaliações pelos métodos de IGG e ICP, apontaram que na prática a aplicação de ambos os modelos de avaliação da condição do pavimento são viáveis, mas o IGG é mais apropriado para avaliação em maiores extensões, enquanto o ICP é mais adequado para trechos menores. Há que se considerar a facilidade de execução, os custos associados a cada tipo de levantamento e as limitações de cada metodologia. Os autores mencionam, por exemplo, que o IGG atende satisfatoriamente enquanto ferramenta de Gerência de Pavimentos a nível de rede enquanto o ICP é mais adequado quando o projetista precisa determinar com mais precisão o volume de tapa buracos, ou a extensão de intervenções localizadas, sendo, portanto, uma excelente ferramenta para gerência a nível de projeto.

MÉTODO DE PESQUISA

A rodovia analisada é considerada uma das principais rodovias do Nordeste do Brasil, sendo fundamental para o transporte de cargas e passageiros. Os dados do Índice de Gravidade Global (IGG) foram fornecidos por meio de uma planilha elaborada pelo DNIT com valores de IGG segmentados a cada 100 m, perfazendo um total de 100 km da rodovia em questão. Os dados de investimentos em M&R também foram fornecidos pelo DNIT. Entretanto, para os dois casos não há avaliação dos anos de 2016 e 2019, pois não foram disponibilizados. Esta análise dividiu-se em três etapas distintas, mostradas no fluxograma da Figura 1.



19 a 22 de Setembro de 2023

Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

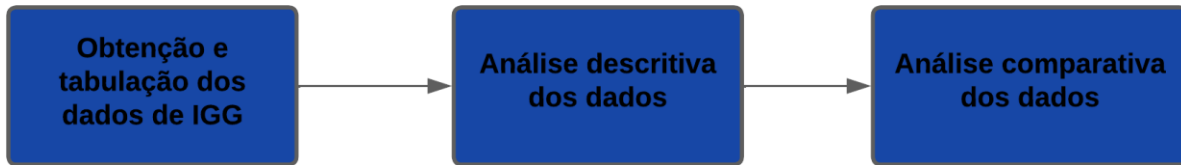


Figura 1. Fluxograma do método de pesquisa.

No método do IGG, o levantamento é realizado a pé, verificando os defeitos apresentados na rodovia e preenchendo o inventário de ocorrências conforme detalhado em DNIT (2003a), e a partir dos dados registrados e os fatores de ponderação de cada tipo de defeito é possível calcular o IGG. A classificação funcional do pavimento para cada um desses índices varia de Ótimo a Péssimo, conforme a divisão da Tabela 1.

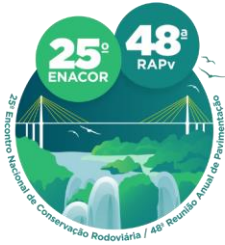
Tabela 1. Classificação do estado do pavimento pelo método IGG.

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

Os dados de IGG são classificados como uma variável contínua. Contudo, para a facilidade do preenchimento do inventário e da análise, optou-se por aproximar cada dado ao número inteiro mais próximo. Com isso, o IGG segue sendo uma variável contínua, uma vez que as medidas podem ser colocadas mais decimais para uma maior precisão, porém, nesse caso não é necessário.

Os dados de investimentos e de IGG foram analisados utilizando o *software R*, que é uma linguagem de programação voltada para a estatística e utilizado para análise e visualização de dados e modelagem estatística. Os dados IGG foram analisados a partir da estatística descritiva, partindo das medidas de tendência central e dados de variação e dispersão entre os dados. Isso permite conhecer o comportamento dos dados, se estão centrados, qual o tamanho da variação entre a média e o desvio padrão, valor mínimo e máximo, entre outras análises que podem ser feitas com esta abordagem inicial.

Para complementar, foi realizada uma análise gráfica por meio de gráficos do tipo *boxplot*, barras e histograma que permitem visualizar o comportamento dos dados e, assim, complementar a análise descritiva. Levando em consideração que o IGG é tomado espacialmente, foi possível fazer mapas de calor para identificar padrões nos quilômetros em que a medição foi feita. Da mesma forma, a classificação por categorias é realizada para identificar desde o estado ótimo até o estado péssimo. Na análise dos dados de investimentos, tornou-se possível uma comparação dos investimentos em M&R, com a média do IGG e a classificação de segmentos de forma anual.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta uma análise descritiva dos resultados anuais dos 100 km analisados. A análise foi feita entre os anos de 2014 e 2022, com exceção dos anos de 2016 e 2019, uma vez que essas informações não foram disponibilizadas pelo DNIT.

Tabela 2. Análise descritiva do IGG.

IGG	2014	2015	2017	2018	2020	2021	2022
Nº de dados	975	975	975	975	975	975	975
Média	11.71	5.24	32.82	47.31	96.11	75.68	42.23
Desvio Padrão	8.38	7.96	27.4	34.26	51.76	54.31	40.22
Mediana	10	3	24	46	85	63	29
Mínimo	1	0	3	5	0	4	2
Máximo	81	66	220	495	334	314	205
Intervalo	80	66	217	490	334	310	203
Curtose	12.75	17.54	2.34	81.9	0.61	0.76	1.43
CV (%)	71.6%	151.9%	83.5%	72.5%	53.9%	71.8%	95.3%
Moda	7	1	9	56	56	56	5
P.25%	7	2	10	30	57	40	10
P.75%	13	5	53	58	128	105.5	60

Observa-se pela Tabela 2 que com o passar dos anos o valor da média anual aumenta, o que implica que a classificação decaiu ao longo do tempo. Da mesma forma, os dados apresentam uma grande dispersão da média, sendo 2014 o ano em que a mediana está mais próxima da média, o que implica que os dados estão centralizados. Observando os valores mínimos e máximos, pode-se constatar que os anos que possuem maiores valores de intervalo estão em 2017, 2018, 2020 e 2021, isso demonstra que esses são os anos com as piores classificações funcionais. Quanto à curtose, que é uma medida estatística que descreve a forma da distribuição dos dados de uma variável, em relação à curva da distribuição normal, pode-se perceber que os últimos 3 anos estão mais próximos de uma distribuição normal. Para complementar a análise descritiva, foi feita a representação gráfica dos dados, para sua melhor visualização (Figura 2).

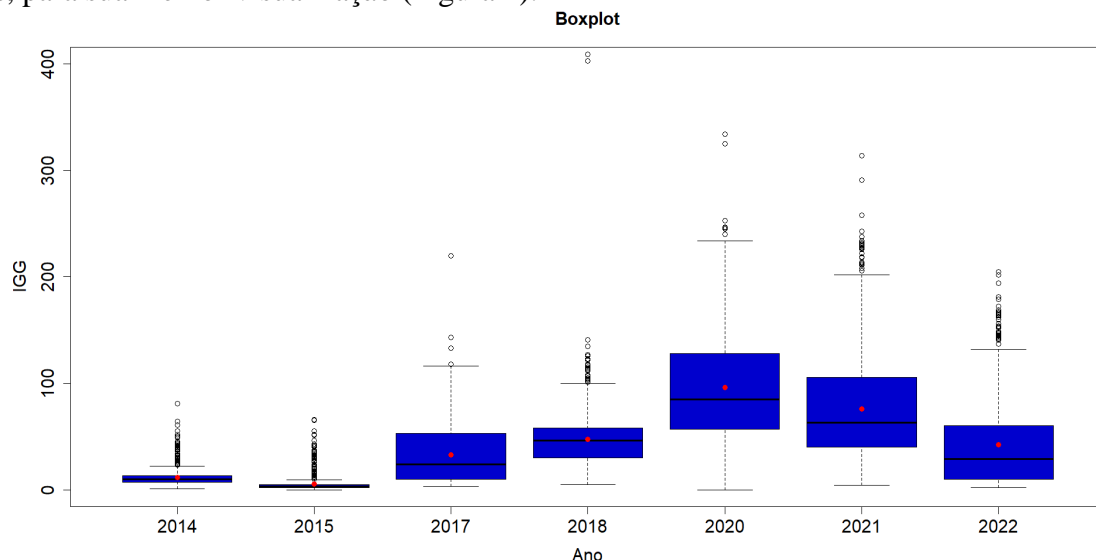
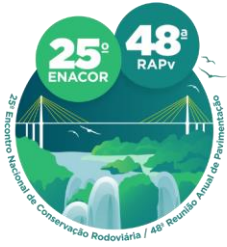


Figura 2. Boxplot do IGG da rodovia analisada entre 2014 e 2022.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



A Figura 2 mostra uma evidente elevação do indicador. Em vista disso, a distribuição dos dados está movendo-se em sentido crescente. Com um pico em 2020, os últimos dois anos começam a regredir, porém, ainda com valores mais elevados em relação 2014 e 2015. A Figura 3 representa um conjunto de histogramas para cada ano analisado e resume o comportamento dos dados do IGG. Possui duas linhas verticais, a vermelha representa a mediana, enquanto a preta representa a média.

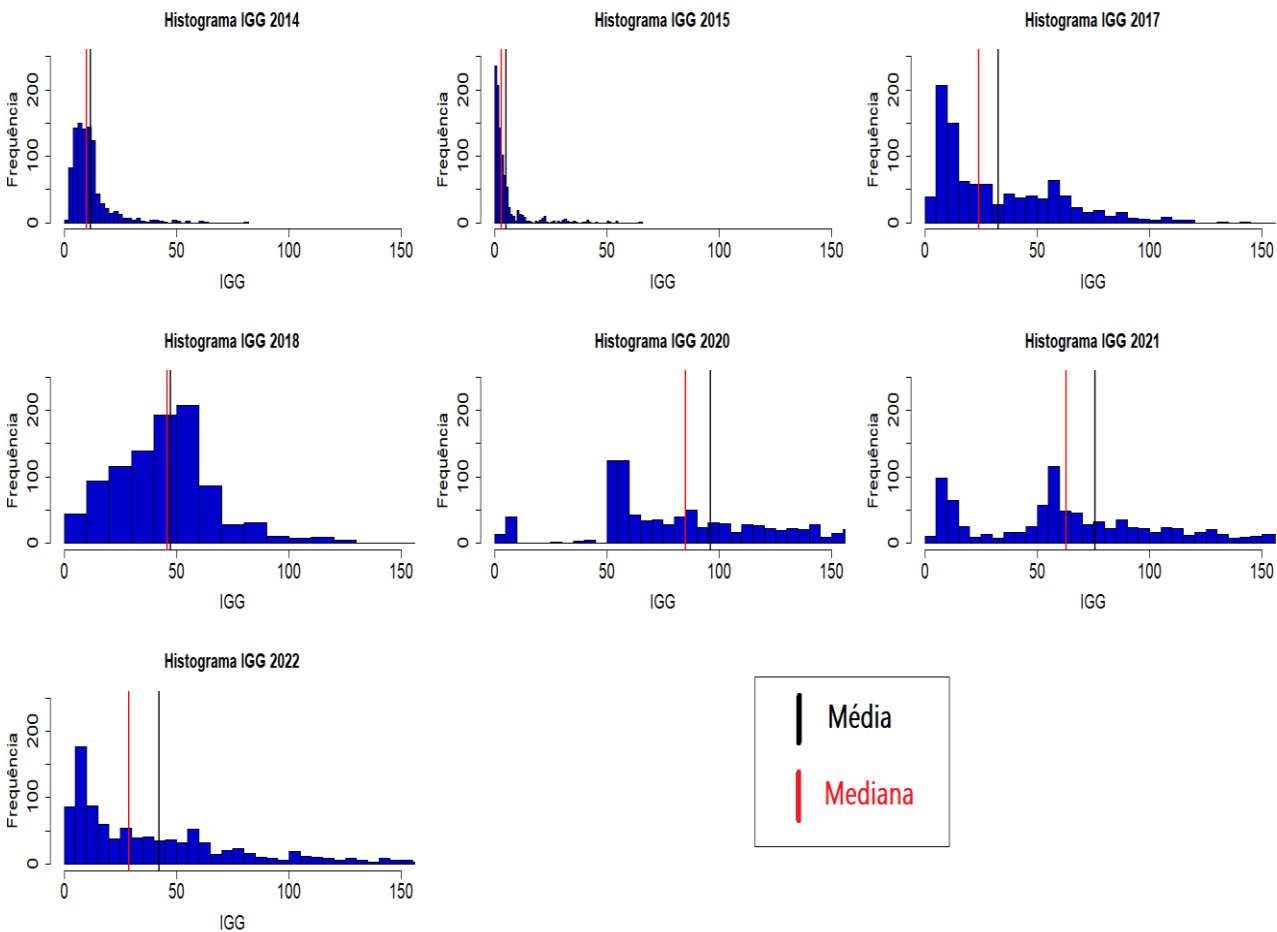


Figura 3. Histogramas do IGG dos anos de 2014 a 2022 da rodovia analisada.

Os histogramas da Figura 3 validam o que se destaca no *boxplot* e na análise descritiva, uma vez que, em 2014 e 2015, há uma assimetria à direita bem acentuada e a média e a mediana estão mais próximas de zero, enquanto que nos anos seguintes elas começam a se afastar e o viés começa a se deslocar, mostrando que os dados começam a aumentar de valor. Para observar mudanças ano a ano, tem-se os gráficos de barras, representados na Figura 4, que permitem categorizar o estado dos pavimentos e, assim, demonstrar as variações da classificação dos pavimentos ao longo dos anos.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR
www.rapvenacor.com.br

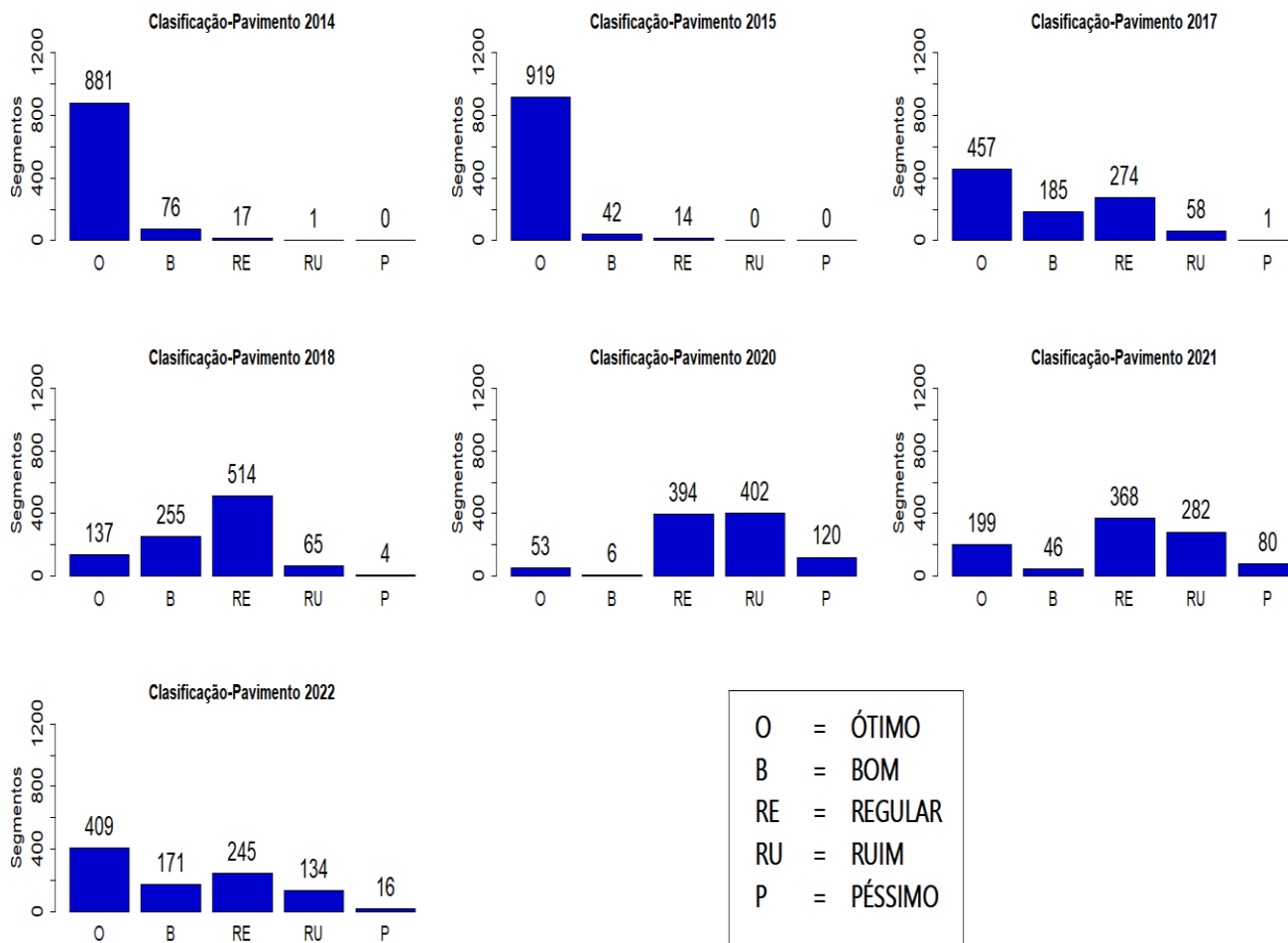


Figura 4. Diagramas de barras das classificações do IGG de todos os anos.

A Figura 5 demonstra que a qualidade da rodovia variou ao longo dos anos. Em 2014 e 2015, a maioria do trecho estava em estado ótimo. Em 2017 e 2018, houve um aumento na classificação Regular e essa categoria tornou-se predominante. Em 2020, houve uma queda na qualidade, com a maioria do trecho em estado regular, ruim ou péssimo. Em 2021 e 2022, a qualidade começou a melhorar, porém, ainda havia 16% do trecho em estado ruim ou péssimo. A classificação ótimo tornou-se predominante em 2022, mas representava apenas 41% do trecho.

Como os dados são espaciais, optou-se por observar o comportamento de cada quilômetro. Um mapa de calor é representado na Figura 6, para conhecer o estado do IGG em cada quilômetro com o intuito de compará-lo em cada ano.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR
www.rapvenacor.com.br

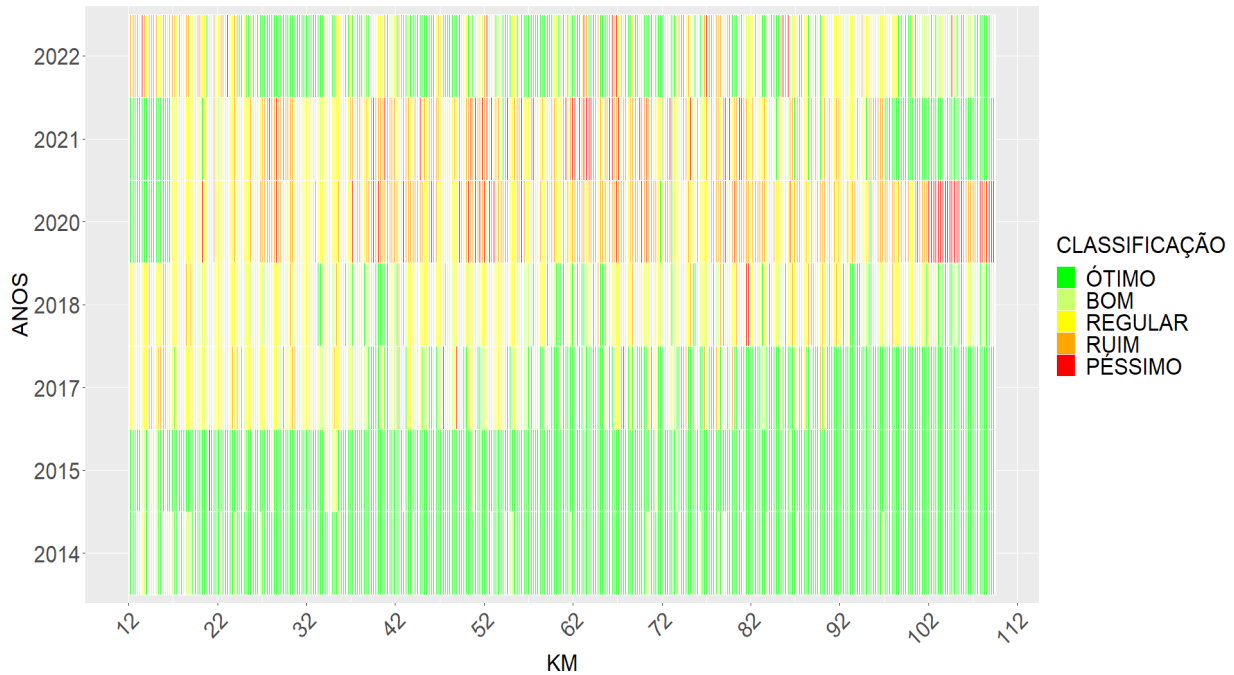


Figura 5. Mapa de calor entre 2014 e 2022 na rodovia analisada.

A Figura 5 permite visualizar que existem segmentos da rodovia em que o IGG é maior, tornando-se uma fermenta indispensável para um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), para resolução do problema os gestores devem concentrar esforços nos pontos que apresentam cores laranja e vermelho, pois, geralmente, em todos os anos essas cores estão localizadas em setores semelhantes. Por outro lado, o mapa de calor da Figura 6 demonstra os últimos quilômetros analisados e apresenta um pico bem demarcado em 2020 que não é observado nos outros anos, então, optou-se por ampliar esta seção para analisar mais informações sobre esse trecho final na Figura 6.

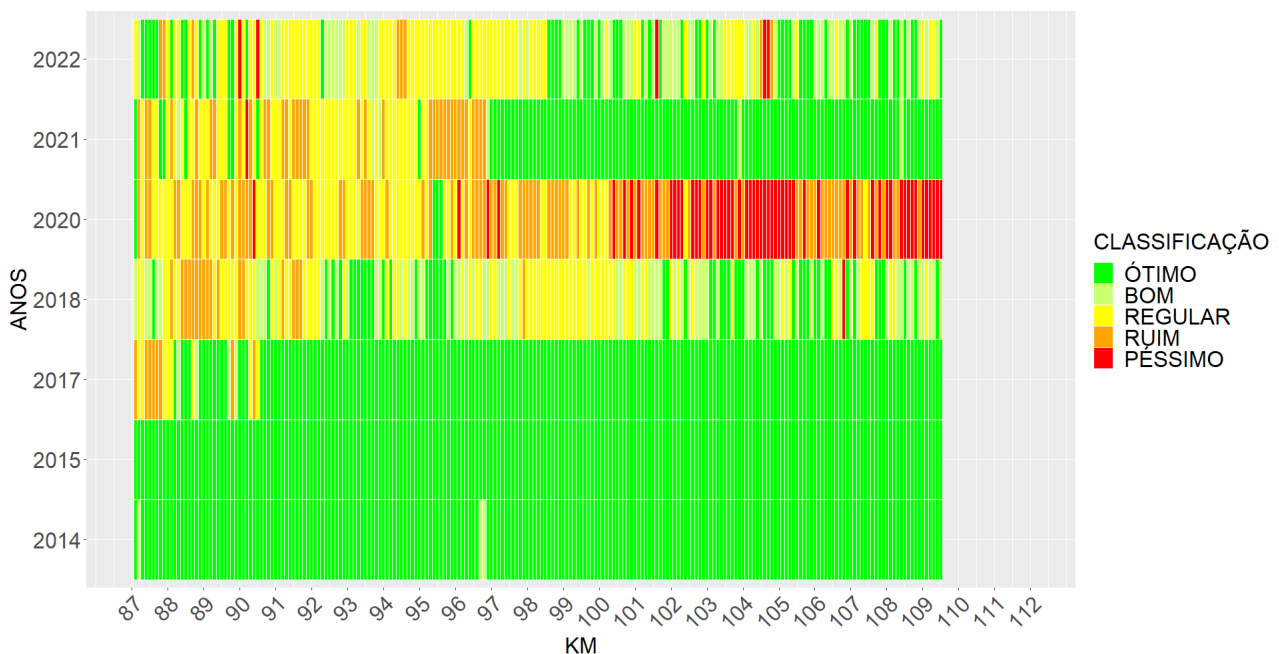
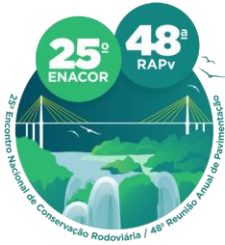


Figura 6. Mapa de calor por ano nos últimos 10km.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



A Figura 6 demonstra os últimos 10 km analisados, constatou-se que o ano de 2020 possui um comportamento irregular em relação aos outros anos, pois atinge a maior média dentre todos os anos. Pode-se visualizar que os valores de IGG em 2020 aumentam em uma proporção maior que nos outros anos. Para complementar a análise estatística e visual, realizou-se uma análise financeira da rodovia nos anos estudados, na qual pode-se comparar os investimentos por km do DNIT em manutenção e reabilitação (M&R) de forma anual com a média do IGG na rodovia analisada (Figura 7).

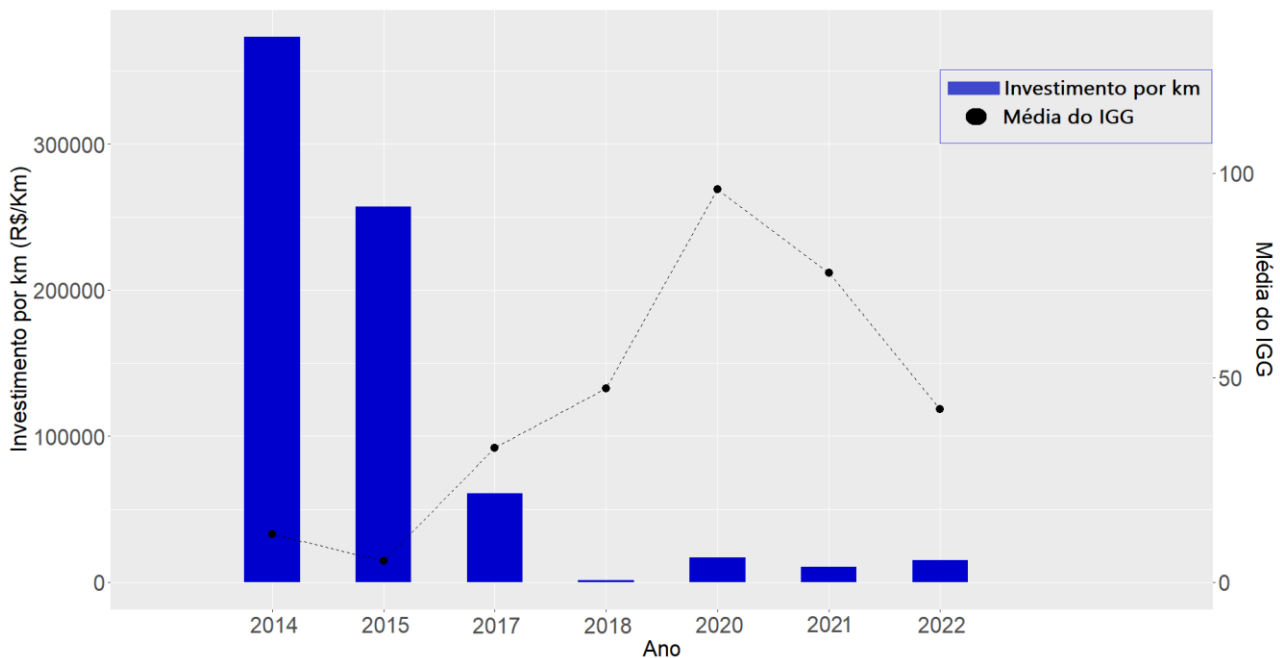
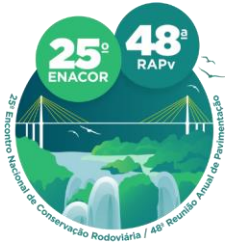


Figura 7. Comparação de Investimento com a média de IGG por ano.

A Figura 7 representa uma comparação entre os investimentos anuais em manutenção e reabilitação (M&R) aplicados pelo DNIT, com a média anual do IGG. Pode-se perceber que nos anos de maiores investimentos como 2014 e 2015 a média do IGG não atinge o valor de 20, fazendo com que a classificação mediada rodovia analisada seja ótimo. Em contrapartida, nos anos de 2017, 2018 e 2020 pode-se perceber que a média do IGG aumenta de forma crescente, decorrente da diminuição dos investimentos em M&R destes determinados anos. As exceções estão nos anos de 2021 e 2022 os quais mesmo com baixos investimentos a média do IGG melhora, pressupõe-se que foram escolhidos trechos específicos para aplicação de M&R, fazendo com que a média do IGG melhore.

Na pesquisa de Gonçalves *et al.* (2021), que também estudou rodovias federais na mesma localidade deste estudo, concluiu-se que as rodovias estudadas com valores mais críticos de Índice de Condição da Manutenção (ICM) receberam investimentos mais baixos ao longo do período de analisado, com poucas exceções. Na análise feita com o IGG neste trabalho, também percebe-se essa relação, com exceção dos dois anos finais. Na Figura 8 pode-se visualizar uma comparação anual de investimento com a classificação dos segmentos presentes na rodovia.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br

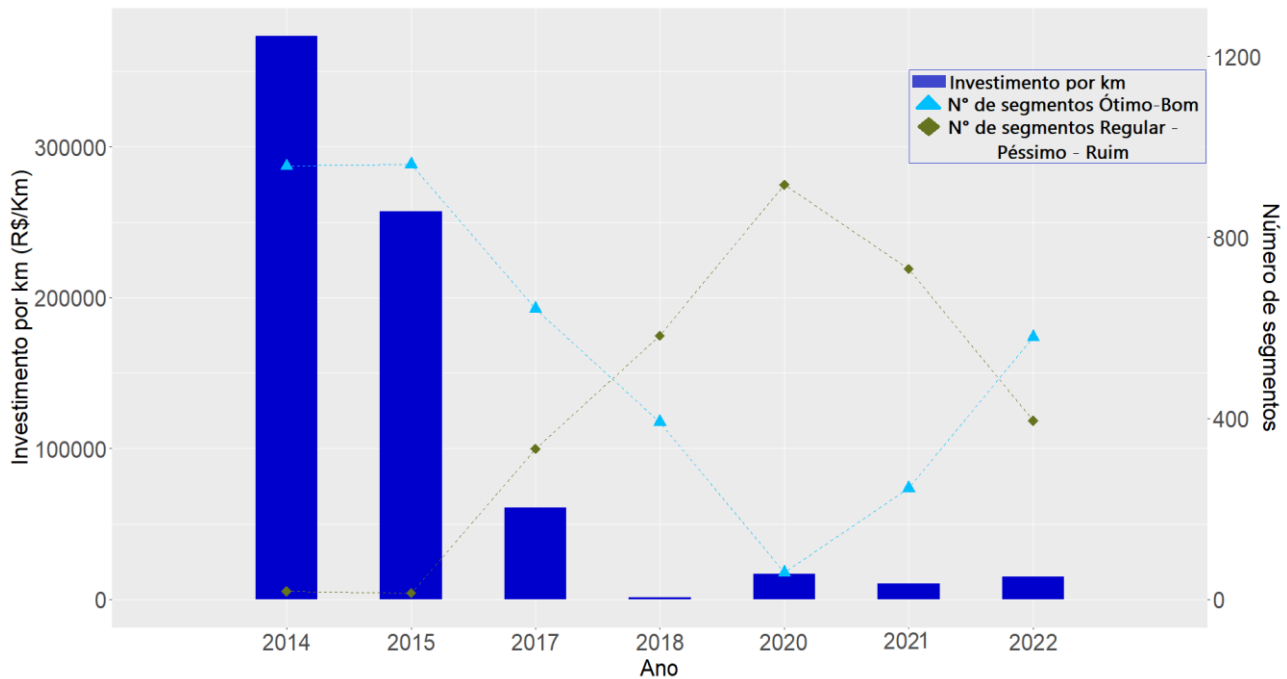


Figura 8. Comparação de Investimento com a classificação de IGG por ano.

A figura 8 ilustra uma comparação entre os investimentos com as classificações do IGG. Pode-se perceber que nos anos de maiores investimentos como 2014, 2015 e 2017, a classificação ótimo e bom é predominante dentre todos os segmentos. Por outro lado, nos anos de 2018, 2020 e 2021 pode-se visualizar que a quantidade de segmentos com classificação regular, ruim e péssimo ultrapassam os segmentos com melhores classificações, a única exceção é no ano de 2022, pois a partir do baixo investimento a classificação dos segmentos melhorou, o que precisa ser melhor investigado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, os valores do Índice de Gravidade Global (IGG) e de investimentos em M&R por km de uma rodovia federal brasileira foram analisados, por meio de uma evolução temporal e um comparativo dos anos 2014 e 2022. Por meio da análise descritiva com medidas de dispersão e tendência central, pode-se apresentar resultados por meio de *boxplot*, histogramas, gráfico de barras e mapas de calor que se complementam para uma melhor visualização dos dados, além da análise dos investimentos ao longo dos anos.

Com base nas análises realizadas, observa-se que nos 100 km estudados existe uma grande variação entre os dados. Na comparação plurianual, o IGG está decaindo em relação a 2014. Destaca-se que houve uma recuperação nos últimos dois anos, porém, essa melhoria no índice do IGG não é suficiente para retornar à qualidade que tinha a rodovia em 2014. Na análise financeira é possível visualizar que nos anos com maiores investimentos de atividades de manutenção e reabilitação (M&R) solicitados pelo DNIT a média do IGG melhora, ocorrendo o inverso quando o investimento é menor, com exceção apenas dos dois últimos anos analisados.



19 a 22 de Setembro de 2023
Foz do Iguaçu - PR

www.rapvenacor.com.br



Deste modo, o presente trabalho visa contribuir com o Sistema de Gerência de Pavimentos de rodovias federais, com o intuito de apresentar um panorama geral da condição do pavimento analisado ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

- Antunes, M. A. G.; Guimarães, A. C. R.; Rocha, M. L. (2021). Desempenho funcional, estrutural e de segurança viária de um pavimento rodoviário construído com resíduos reciclados de ardósia ao longo de três anos. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.4, p.364-38. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0029>
- Assunção, L. R. S. et al. (2021), Análise de manifestações patológicas em perímetro urbano da PE-160 em Santa Cruz do Capibaribe-PE. *Anais do 35º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET*.
- Azevêdo, R E. B. et al. (2020), Utilização de metodologia alternativa para avaliação das condições de pavimento flexível em uma via urbana na cidade de Caruru/PE. *Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET*.
- Balbo, J. T. P (2007) *Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Confederação Nacional de Transporte - CNT. (2022) *Pesquisa CNT de Rodovias*.
- Correia, M. G., Bonates, T. D. O. E., Prata, B. D. A., Nobre Júnior, E. F. (2021). An integer linear programming approach for pavement maintenance and rehabilitation optimization. *International Journal of Pavement Engineering*. <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1869736>
- DNIT. Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes. (2003a). DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento. Rio de Janeiro.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2003b). DNIT 005/2003 - TER. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos- Terminologia, 2003.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2006). IPR 720. Manual De Restauração De Pavimentos Asfálticos. 2 ed. Rio de Janeiro.
- Federal Highway Administration. (1989). *Federal-aid highway program manual – volume 6: engineering and traffic operations*.
- Gonçalves, S. R. *et al.* (2021). A influência da pluviosidade e dos investimentos no índice de condição da manutenção em rodovias federais do Ceará. *Revista Estradas*, n.º. 26, p. 45-52, out. 2021.
- Lima, R. X. D. *et al.* (2013). Distribution of materials in road earthmoving and paving: mathematical programming approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139 (8), 1046–1054.
- Lira, M. N., Oliveira, F. H. L. (2019), A Influência das Avaliações Objetiva e Subjetiva na Manutenção e Reabilitação de Rodovias Brasileiras. XX Congresso Ibero-Latinoamericano do Asfalto. *Anais do Congresso Ibero-Latinoamericano do Asfalto*, Guadalajara, México.
- Marcato, V. D.; Oliveira, R. F. (2021). Manifestações patológicas em estruturas asfálticas: estudo de caso na rodovia mg-190. *Revista Gestão Tecnologia e Ciência*, [s.l.], v. 10, n. 30, p. 54-70.
- Reis, C. A. R. (2007). *Desenvolvimento de equipamento e método para levantamento visual contínuo com vídeo-registro de defeitos de pavimentos rodoviários*. [Rio de Janeiro] 2007. XV, 171 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil). Dissertação Universidade Federal Do Rio de Janeiro, COPPE.
- Rodrigues, M. O. et al. (2018). Colored petri net simulation model to allocate motor graders for earthmoving operations. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 144 (4), 05018002.
- Silva, J. P. O., Oliveira, F. H. L., Araújo, C. B. C. (2018) Análise Funcional Comparativa de Trecho da BR-116 no Estado do Ceará. *Revista Tecnologia*, Fortaleza, p. 1-21. <https://doi.org/10.5020/23180730.2018.7427>
- Vieira, S. A. *et al.* (2016). Análise Comparativa de Metodologias de Avaliação de Pavimentos Através do IGG e PCI. (2023). *Conexões - Ciência e Tecnologia*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 20-30. ISSN 2176-0144. doi:<https://doi.org/10.21439/conexoes.v10i3.799>.