

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)**

**AVALIAÇÃO DE TRAFEGABILIDADE DE ESTRADAS NÃO
PAVIMENTADAS NA PR-586: TRECHO ENTRE DISTRITO DE LUZ
MARINA E SEDE DE SÃO PEDRO DO IGUAÇU**

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

João Pedro Fantinel¹; Daniela Kunz²; José Gustavo Venâncio da Silva Ramos³; Marcela Leão Domiciano³ & Marcus Vinícius Paula de Lima¹

RESUMO

O sistema rodoviário é o meio de transporte mais utilizado no Brasil, sendo responsável por mais de 60% do transporte de cargas nacional. Além disso, do total de vias existentes, cerca de 86% encontram-se não pavimentadas. Apesar da importância na matriz de transporte, as rodovias brasileiras encontram-se em condições insatisfatórias de trafegabilidade devido à falta de conservação e manutenção, dificultando o desenvolvimento socioeconômico do país. Este trabalho identificou e analisou patologias em um trecho da PR-586, situado entre a sede do município de São Pedro do Iguaçu e o distrito de Luz Marina, Paraná. O trecho é composto por 15,35 km de estrada não pavimentada e 1,10 km de estrada pavimentada. O presente estudo focou na avaliação do trecho não pavimentado e para a análise foi utilizado o método proposto por Baesso e Gonçalves (2003). Para o levantamento, os defeitos que influenciam nas condições de rolamento da estrada foram computados por meio de registros fotográficos, sendo avaliada a severidade em cada subseção. A partir do cálculo do índice de condição da rodovia não pavimentada (ICRNP), concluiu-se que o trecho da via não pavimentada possui classificação Regular e que a manutenção leve e rotineira é recomendada para evitar o agravamento da situação, garantindo as condições de trafegabilidade, segurança, economia e conforto da via.

PALAVRAS-CHAVE: Estradas; Trafegabilidade; Patologias.

ABSTRACT

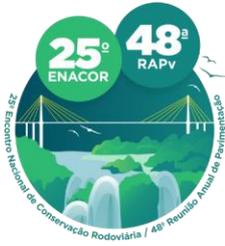
The road system is the most used means of transport in Brazil, accounting for more than 60% of national cargo transport. In addition, of the total number of existing roads, around 86% are unpaved. Despite their importance in the transport matrix, Brazilian highways are in unsatisfactory conditions of trafficability due to lack of conservation and maintenance, hindering the socioeconomic development of the country. This work identified and analyzed pathologies in a stretch of the PR-586, located between the seat of the municipality of São Pedro do Iguaçu and the district of Luz Marina, Paraná. The section comprises 15.35 km of unpaved road and 1.10 km of paved road. The present study focused on the evaluation of the unpaved section and the method proposed by Baesso and Gonçalves (2003) was used for the analysis. For the survey, the defects that influence the running conditions of the road were computed through photographic records, and the severity was evaluated in each subsection. From the calculation of the condition index of the unpaved road (ICRNP), it was concluded that the section of the unpaved road has a Regular classification and that light and routine maintenance is recommended to avoid the worsening of the situation, guaranteeing the conditions of trafficability, safety, economy and comfort on the road.

KEY WORDS: Roads; Trafficability; Pathologies.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: jppedro15@hotmail.com; mavipali01@gmail.com

² Faculdade Uniguaçu, e-mail: dani-kunz@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, e-mail: ramos@ifg.edu.br



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

www.rapvenacor.com.br



INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da sociedade e o conseqüente aumento da qualidade de vida, surgem novas necessidades e demandas que exigem soluções inovadoras para enfrentar os problemas contemporâneos. A logística de transporte está intimamente ligada a estas necessidades e ao desenvolvimento da economia de um país com extensões continentais como o Brasil.

O Brasil tem o modo rodoviário como o principal meio de transporte de bens, serviços e passageiros, englobando cerca de 60% das movimentações do país, no qual aproximadamente 86% das estradas não se encontram pavimentadas e muitas vezes estão em situação precária, ocasionando o aumento dos custos de transporte, desconforto nas viagens, perda de produtos agrícolas e impactos ambientais, entre outros problemas das mais variadas naturezas (CNT, 2022).

Por meio dessas estruturas que se consolida o escoamento de produtos agrícolas, que subsidia a economia do país e, conseqüentemente, proporciona o desenvolvimento da população. Além disso, a maioria das estradas não pavimentadas são elos entre cidades, vilas, distritos. Assim, são meios de condução da comunidade aos centros urbanos, proporcionando acesso a hospitais, escolas, etc.

Segundo Pitilin (2020) e Silva (2007), os principais problemas das estradas não pavimentadas são a inexistência de sistemas de drenagem, o abaulamento do leito da estrada, a inexistência de cascalho como superfície de rolamento ou a existência de agregados soltos, buracos, trilhas de roda, corrugações e poeira.

Diante disso, o presente trabalho objetivou identificar os principais problemas recorrentes em um trecho da PR-586, entre o distrito de Luz Marina e a sede do município de São Pedro do Iguaçu, Paraná. Ao analisar a qualidade da estrada, foi possível fornecer ferramentas para subsidiar a tomada de decisão do setor público sobre a malha rodoviária e, conseqüentemente, possibilitar maior aproveitamento no transporte de cargas, passageiros e bens.

METODOLOGIA

Optou-se pela utilização de um método nacional de análise de rodovias não pavimentada, o Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada – ICRNP, que se destaca por não exigir equipamentos de alto valor agregado e por permitir avaliar a severidade das patologias por meio de índices.

Objeto de Estudo

O objeto de estudo desse projeto é o trecho entre o distrito de Luz Marina e a sede de São Pedro do Iguaçu. A parte pavimentada no distrito de Luz Marina possui 1,10 km de extensão e recebeu adequação no ano de 2019 com pavimentação em concreto asfáltico, além de serviços de limpeza, drenagem, paisagismo e sinalização. Tal extensão tem início nas coordenadas S 24°49'55.33" e O 54° 1'46.81" e fim em S 24°50'31.38" e O 54° 1'5.45".

Por sua vez, o segmento não pavimentado possui 15,35 km de extensão e situa-se em zona de basalto arenítico, apresentando solo do tipo latossolo roxo, com predominância de relevo ondulado. Tal extensão tem início nas coordenadas S 24°50'31.38" e O 54° 1'5.45" e fim em S 24°54'34.23" e O 53°52'55.33". Na Figura 1 identifica-se o distrito de Luz Marina no canto superior esquerdo, (destacado em azul) próximo à sede do município de São José das Palmeiras (destacado em verde), e a sede do município de São Pedro do Iguaçu (destacado em amarelo) na parte inferior direita. É possível observar ainda, o início e fim do trecho pavimentado e não pavimentado.



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

www.rapvenacor.com.br

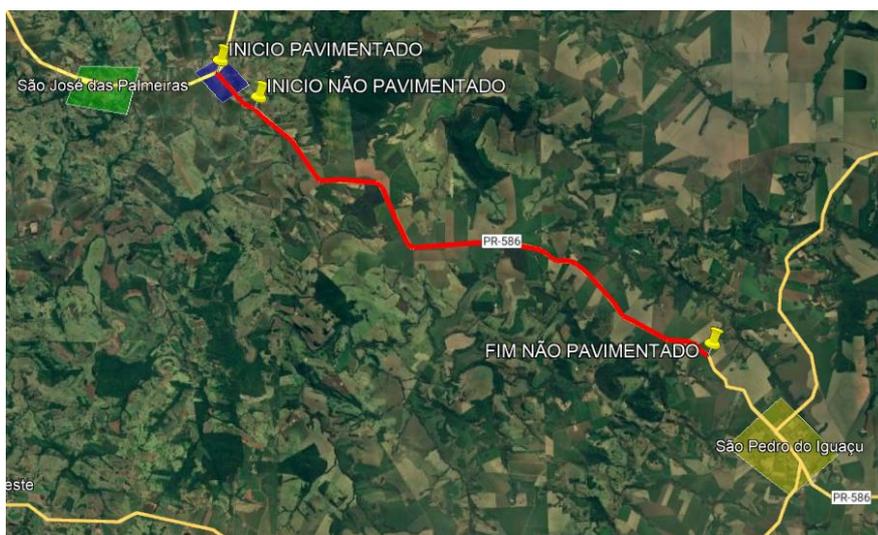


Figura 1: Trecho em estudo pavimentado e não pavimentado (AUTOR, 2023).

Método do índice de condição da rodovia não pavimentada

Para diagnóstico do trecho de estrada de terra foram adotadas as recomendações do sistema de avaliação e gerenciamento de rede viária apresentado por Baesso e Gonçalves (2003). Para compreensão do método é importante a conceituação de dois fatores: Unidade Simples (US) e Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP).

A Unidade Simples (US) refere-se a parte representativa de uma seção que ocorre as principais patologias do trecho. Para rodovias não pavimentadas, recomenda-se uma US por quilometro de pista, com comprimento equivalente a 50 m. Como o trecho possui 15,35 Km, serão efetuadas 15 Unidades Simples.

O ICRNP é determinado pela medição dos defeitos de superfície da rodovia, baseado em valores arbitrários obtidos pelo observador seguindo uma escala de 0 (zero) a 100 (cem), conforme Figura 2, a partir da análise dos seguintes defeitos: seção transversal imprópria, drenagem inadequada, corrugações, excesso de poeira, buracos, trilhas de rodas e perda de agregados.

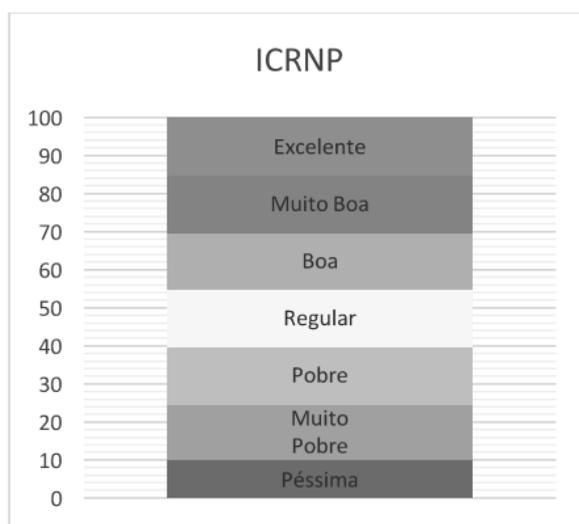
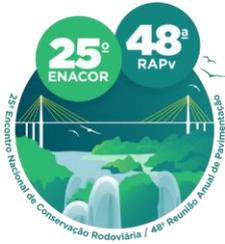


Figura 2: Classificação do índice de condição da rodovia não pavimentada (BAESSO; GONÇALVES, 2003).



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

www.rapvenacor.com.br



Procedimento de Cálculo do ICRNP

A partir da identificação dos defeitos existentes na seção, será realizada a coleta de dados e o cálculo da densidade para cada tipo de defeito através da Equação 1.

$$Densidade = \frac{Quantidade\ de\ Defeitos \cdot K \cdot 100}{Área\ de\ Unidade\ Simples} \quad (1)$$

O valor K é um coeficiente para correção de unidades métricas, cujo valor para cada tipo de defeito está apresentado no Quadro 8.

Tabela 1: Coeficiente de Correlação K (BAESSO; GONÇALVES, 2003).

Defeitos	Valores de K
Seção Transversal Imprópria	3,281
Drenagem Inadequada	3,281
Corrugações	1,000
Buracos	10,764
Trilha de Rodas	1,000
Perda de Agregados	3,281

Com a densidade dos defeitos calculadas, foram utilizadas as curvas de valores dedutíveis dispostas no método de Baesso e Gonçalves (2003) de forma a encontrar o valor dedutível de cada defeito para, na sequência, calcular a soma de todos os valores dedutíveis obtidos para o cálculo do Valor Dedutível Total (VDT) conforme Equação 2.

$$VDT = \sum \text{Valores dedutíveis} \quad (2)$$

Por fim, a obtenção do ICRNP ocorre por meio da utilização do ábaco que relaciona o VDT e o número de valores dedutíveis, Figura 3.

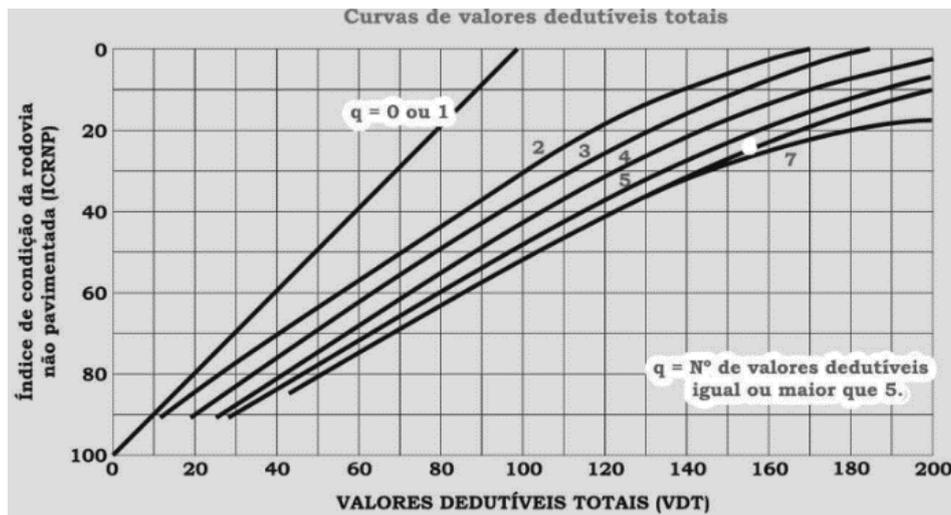
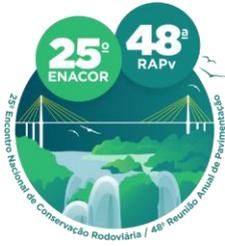


Figura 3: ICRNP em função dos valores dedutíveis totais (BAESSO; GONÇALVES, 2003).



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

www.rapvenacor.com.br



RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do segmento em estrada de terra da PR-586, entre o distrito de Luz Marina e a sede do município de São Pedro do Iguaçu – Paraná, foi realizada por meio da sua divisão em 15 seções de 1.023 m, cada uma com uma subseção de 50 m. A metodologia proposta define que a escolha das subseções fica a critério do avaliador, que deve optar por subseções de análise que representem toda a seção e os seus defeitos. Diante da extensão do trecho e das diversas características presentes em cada seção, fez-se as delimitações das subseções conforme a Figura 4.



Figura 4: Subseções no trecho em estrada de terra (AUTOR, 2023).

Para escolha da subseção inicial (01) foi considerado que a área de análise começasse juntamente com o fim do trecho com revestimento em pedra regular no sentido a São Pedro do Iguaçu, o qual necessita de um método diferente do proposto para avaliação de trafegabilidade e, portanto, não será analisado.

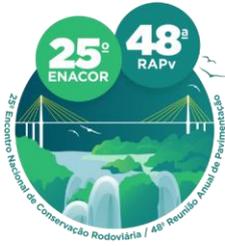
Igualmente, locou-se a subseção final (15) de forma que a área de análise se encerra no início do trecho asfaltado em direção ao distrito de Luz Marina. Vale ressaltar, que houve uma precipitação pluviométrica de 28 mm no dia anterior a análise, sendo importante considerar tal fato para a análise da presença do acúmulo de água na pista e nos dispositivos de drenagem.

Na sequência será apresentado o passo a passo para determinação do Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP) na seção 1. Para as demais sessões, o mesmo procedimento foi realizado repetidamente, de acordo com cada avaliação local.

Diagnóstico do trecho em estrada de terra na Seção 01

A Subseção 1 possui largura de 6,3 m, o que caracterizou uma Unidade Simples (US) de 315 m². Nesse trecho foram encontrados os seguintes defeitos: buracos, corrugações e trilha de roda. Verificou-se que não existem dispositivos de drenagem bem definidos (valetas), contudo, não se identificou a formação e acúmulo de água na plataforma da pista, nem em suas laterais, da mesma forma que não foi identificado a perda de agregados.

Os buracos encontrados no decorrer da subseção foram medidos com auxílio de trena e apresentaram diâmetro médio de 27 cm com altura máxima de 5 cm. Por sua vez, o defeito de corrugação foi observado em aproximadamente 40% da subseção com média de 1,2 cm de altura.



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

www.rapvenacor.com.br



Observou-se ainda a ocorrência do trilho de rodas no lado direito, sentido de São Pedro do Iguaçu para o distrito de Luz Marina, medida com o auxílio de trena e baliza topográfica, a cada 10 metros, constatando profundidade de afundamento média de 4 cm. No sentido contrário não foi considerado o defeito, pois visivelmente os veículos optavam por trafegar no lado direito da pista mesmo que não obedecendo o sentido da faixa de tráfego. Na Figura 1 são apresentados os principais defeitos observados na subseção 1.



Figura 5: Situação encontrada na Subseção 1 (AUTOR, 2023).

A Tabela 2 apresenta o resumo das informações obtidas em campo, bem como a classificação da severidade de cada defeito. Com as severidades classificadas, e com a extensão do defeito sobre a área do trecho, determinou-se a densidade de cada um dos defeitos, conforme valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 2: Classificação dos defeitos quanto a severidade na subseção 1 (AUTOR, 2023).

DEFEITO	AVALIAÇÃO	SEVERIDADE
Buracos	Diâmetro médio de 27 cm e altura máxima de 5 cm	Baixa
Corrugações	40% da subseção com altura média de 1,2 cm	Baixa
Trilha de rodas	Profundidade média de 4 cm com ocorrência em um sentido	Média

Tabela 3: Valores considerados para o cálculo da densidade na Subseção 1 (AUTOR, 2023).

DEFEITO	QTDE	K	DENSIDADE
Buracos	2 un	10,764	6,83
Corrugações	126 m ²	1,000	40,00
Trilha de rodas	157 m ²	1,000	49,84

Na sequência, determinou-se o valor de dedução (VD) de cada defeito com o auxílio dos ábacos do método ICRNP, conforme mostrado na Figuras 6 e 7.



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

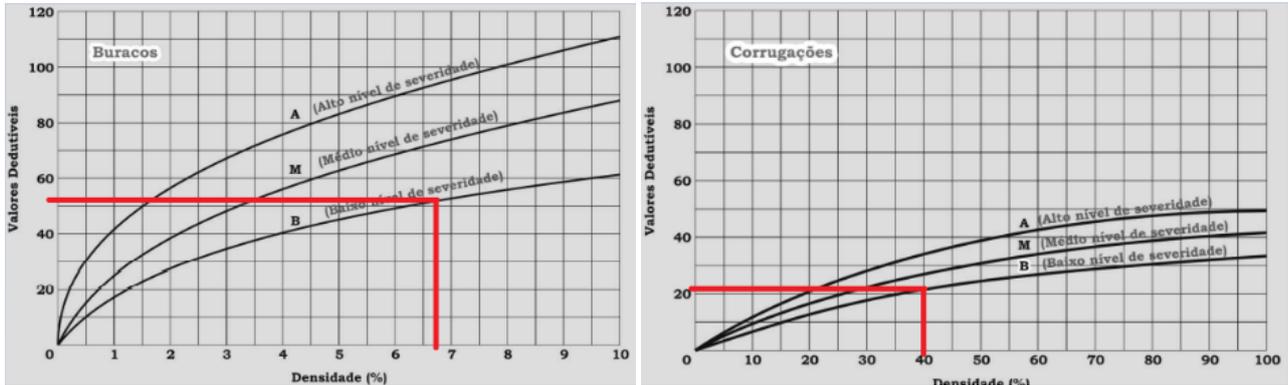


Figura 6: Determinação dos valores de dedução na Subseção 1 para os buracos e corrugações (AUTOR, 2023).

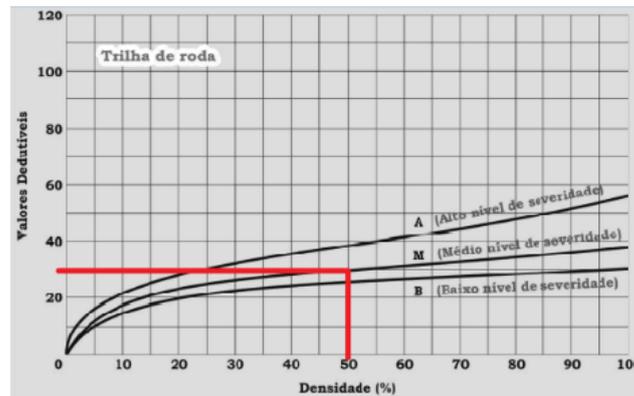


Figura 7: Determinação dos valores de dedução na Subseção 1 para a trilha de roda (AUTOR, 2023).

Em seguida, realizou-se a determinação do valor total de dedução a partir do somatório de todos os valores de dedução obtido para cada tipo de defeito, conforme Equação 5. Calculado o Valor de Dedução Total (VDT) – igual a 103, e com o auxílio do ábaco da Figura 16, determinou-se o índice ICRNP da subseção 1.

$$VDT = 52 + 21 + 30 \quad (5)$$

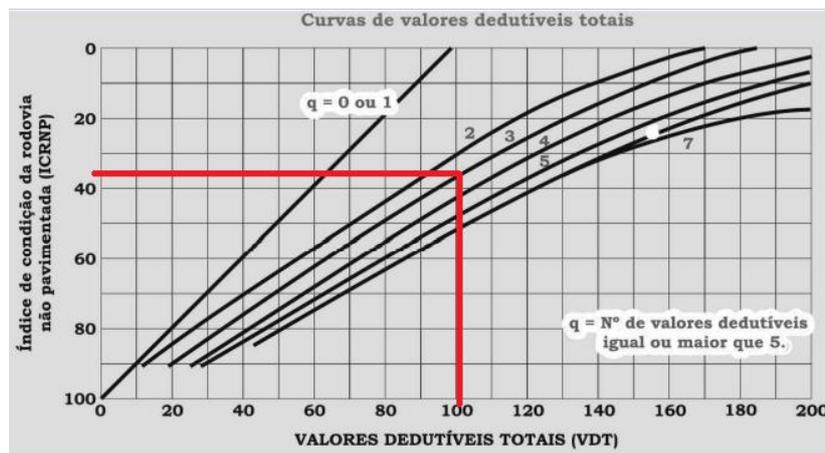
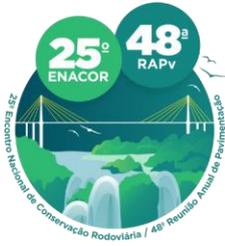


Figura 8: Determinação do índice ICRNP para a Subseção 1 (AUTOR, 2023).

De acordo com a Figura 2, o ICRNP igual a 38 é classificado quanto a sua qualidade como “Pobre”.



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

www.rapvenacor.com.br



O mesmo procedimento realizado para a Subseção 1 foi repetido para as demais subseções. Os resultados da classificação de cada uma das subseções são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Resumo das subseções avaliadas pelo método ICRNP (AUTOR, 2023).

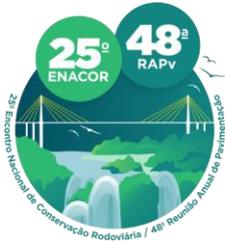
Trecho	Área (m ²)	VDT	q	ICRNP	Classificação
Subseção 1	315	103	3	38	Pobre
Subseção 2	390	75	2	56	Boa
Subseção 3	335	45	1	55	Boa
Subseção 4	285	73	2	48	Regular
Subseção 5	290	54	2	60	Boa
Subseção 6	370	106	4	39	Pobre
Subseção 7	350	16	1	83	Muito boa
Subseção 8	350	70	1	29	Pobre
Subseção 9	315	58	2	58	Pobre
Subseção 10	305	50	1	50	Regular
Subseção 11	360	-	-	80	Muito Boa
Subseção 12	350	75	2	47	Regular
Subseção 13	340	67	2	52	Regular
Subseção 14	410	57	2	58	Boa
Subseção 15	390	70	2	50	Boa
Média				53,5	Regular

Portanto, pode-se definir que o estado atual da estrada não pavimentada é classificado como “Regular”, com um Índice de Condição da Rodovia Não Pavimentada (ICRNP) médio de 53,5.

CONCLUSÕES

O presente estudo constatou o estado de trafegabilidade do trecho da PR-586, entre o distrito de Luz Marina e a sede do município de São Pedro do Iguaçu, por meio da aplicação do método de Baesso e Gonçalves (2003). A partir da avaliação da estrada, concluiu-se que o trecho em estrada de terra analisada se encontra em situação Regular pela classificação do índice ICRNP. Isso deve-se, principalmente, pela perda de agregado na maioria dos subtrechos analisados e por conta da presença de buracos e ocorrência de erosão nas subseções.

Notou-se o afloramento de pedras e agregados da via em algumas áreas de análise, situação caracterizada no defeito de corrugação, o qual pode estar relacionado a má compactação da subseção ou ainda derivado da ação climática sobre a pista, visto que na grande maioria dos casos não houve constatação de sistemas de drenagem lateral adequada. A inexistência de dispositivos de drenagem deve ser destacada, pois ocasionou o aparecimento de processos erosivos, o que pode acarretar danos estruturais e aumento de patologias no pavimento.



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

www.rapvenacor.com.br



Recomenda-se, portanto, que sejam realizadas manutenções emergenciais nos locais onde o grau de severidade dos defeitos se encontra elevado e de rotina em situações em que a estrada se encontra desgastada, lembrando que fatores como o clima, tipo de solo, topografia, tráfego e frequência de manutenção influenciam diretamente na ocorrência e agravamento dos defeitos na superfície de rolamento. A execução de elementos de drenagem como valas e bueiros de concreto também ajudariam na manutenção da vida útil do pavimento.

Por fim, os métodos utilizados comprovaram-se satisfatórios para a classificação da rodovia, principalmente pela facilidade de aplicação, visto que métodos com custos elevados e materiais de difícil acesso, inviabilizariam a classificação de grande parte das estradas não pavimentadas nacionais, já que o volume de tráfego nessas vias costuma ser pequeno se comparado as grandes rodovias pavimentadas.

REFERÊNCIAS

BAESSO, D. P., e GONÇALVES, F. L. R. **Estradas Rurais: técnicas adequadas de manutenção**. Florianópolis: DER-SC, 2003.

BRASIL, Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2019: Relatório gerencial**. 22 ed. Brasília-DF, 2019.

Federal Highway Administration. Office of Planning, Environment, and Realty, e ICF International (Firm). **Regional climate change effects: Useful information for transportation agencies**. Whashington, D.C., 2010.

HENNING, T., KADAR, P., BENNETT, C. R. **Surfacing alternatives for unsealed rural roads**. World Bank, Whashington, D.C., 2006.

PITILIN, Giovani R. **Aplicação de metodologia de avaliação de trafegabilidade das estradas rurais na microrregião de Toledo-PR**. Dissertação (Mestrado) -Desenvolvimento Regional e Agronegócio, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2020.

SILVA FILHO, Israel Rezende. **Estradas Rurais – Técnicas adequadas de manutenção**. Instituto Iguaçu. Programa de educação profissional de qualidade. Cascavel, PR, 2001.