https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.060

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: ESTUDO DE CASO DE DOIS TRECHOS RODOVIÁRIOS NO SUL DO BRASIL

Alifer Andrei Veber Beier[1]*; Raquel Fernanda Osório[2]; Daiana Frank Bruxel Bohrer[3]; Gabriela Fanck dos Santos[4] e Rogério Cattelan Antocheves de Lima[5]
*Autor de contato: aliferbeier@hotmail.com

[1] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
[2] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
[3] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
[4] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
[5] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

RESUMO

O transporte rodoviário é de grande importância para muitos países, e no Brasil isso pode ser ainda mais extremo, pelo excesso de movimentação das cargas através deste modal. Por serem imprescindíveis para o desenvolvimento nacional, as rodovias apresentam estatísticas preocupantes quanto ao seu estado de conservação, desta forma o objetivo deste trabalho é avaliar a condição da superfície do pavimento asfáltico de dois trechos rodoviários através do método de Índice de Gravidade Global (IGG). Para a ERS 522, obteve-se um IGG de 267,1, classificado como PÉSSIMO (IGG > 160), o que representa um acréscimo de 66,94% em relação ao mínimo estipulado pela normativa. Na ERS 342, alcançou-se um IGG de 323,3 também classificado como PÉSSIMO (IGG > 160). Comparando os dois trechos analisados, percebe-se que o trecho da ERS-342 apresenta um IGG superior ao trecho da ERS-522, ocasionado pela condição do pavimento, com maior número de trincas isoladas e interligadas, e principalmente, na incidência de afundamentos e desgaste em todas as estações. Portanto, o trecho que deve receber uma intervenção prioritária é da ERS 342, seguido da ERS 522.
Palavras-chave: Avaliação Superficial; Índice de Gravidade Global; Pavimento asfáltico

ABSTRACT

Road transport is of great importance for many countries, and in Brazil, this can be even more extreme, due to the excess of cargo transportation through this modal. As they are essential for national development, highways present concerns regarding their state of conservation, so the objective of this work is to evaluate a condition of the surface of the asphalt pavement of two road sections through the Global Gravity method (IGG). For ERS 522, an IGG of 267.1 was obtained, classified as POOR (IGG> 160), which represents an increase of 66.94% in relation to the minimum stipulated by the regulations. In ERS 342, an IGG of 323.3 was achieved, also classified as POOR (IGG> 160). Comparing the two exciting stretches, it can be seen that the ERS-342 stretch has a higher IGG than the ERS-522 stretch, caused by the condition of the pavement, with a greater number of inserted and interconnected cracks, and especially in the occurrence of sags and wear in all seasons. Therefore, the stretch that should receive priority intervention is from ERS 342, followed by ERS 522.
Keywords: Superficial Assessment; Global Severity Index; Asphalt pavement

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de rodovias seguras e em boas condições de trafegabilidade são essenciais para todos os setores da economia do país, desde a logística no transporte de cargas e insumos até na redução de acidentes e tempos de viagens. Com isso, os órgãos públicos e concessionárias responsáveis pela malha rodoviária pavimentada do país, que hoje atuam em cerca de 65.528 km de rodovias, precisam atuar constantemente na manutenção e reabilitação deste sistema viário (BRASIL, 2020).

O desempenho do transporte rodoviário e a economia do Brasil está diretamente relacionada com a qualidade do pavimento das rodovias, pois desempenha o papel fundamental de interligar diferentes localidades. Entretanto, uma rodovia em más condições de pavimento, aumenta o custo operacional, reduz o conforto e segurança dos passageiros e das cargas, além de causar prejuízos ambientais. Isso segue em desconformidade com os parâmetros de qualidade de ambos os lados (CNT, 2018).

Há constatações de que a degradação precoce dos pavimentos reabilitados e também dos novos, ocorre frequentemente, proporcionando menor vida útil do que as previstas na fase inicial, prejudicando o Estado e os usuários (VIEIRA et al., 2016). Isso acontece, pois as aplicações de projetos são inadequadas para as vias, projetos estes, elaborados sem um levantamento apropriado do pavimento ou da situação do terreno. Além disso, os métodos de avaliação são utilizados de forma equivocada ou ineficiente na avaliação de pavimentos.

O DNIT (2011) discorre que a finalidade principal de um Sistema de Gerência de Pavimentos, é alcançar a melhor aplicação possível para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico. Conforme Haas e Hudson (1978), a avaliação de pavimentos é uma das principais etapas de um Sistema de Gerência de Pavimentos, pois é por meio dela que se pode verificar se o pavimento foi bem construído e se está atendendo às especificações para as quais foi dimensionado em projeto, necessitando manutenção ou reabilitação.

Para isso, são feitos levantamentos das condições da superfície do pavimento e analisadas suas causas e defeitos de modo que se obtenha o Índice de Gravidade Global (IGG) e assim, possam ser definidas as soluções de projetos de reabilitação deste pavimento. A obtenção de indicadores que possam representar a condição da superfície de pavimentos asfálticos e, assim, proporcionar uma melhor alternativa na tomada de decisão frente às intervenções que a rodovia deve sofrer para melhorar e oferecer melhores condições aos usuários é de fundamental importância para os gestores das rodovias (HAAS e HUDSON, 1978).

Para a caracterização dos defeitos de um pavimento, são analisadas suas causas, a severidade do defeito e suas dimensões, através de levantamentos que seguem normas e procedimentos padronizados pelos órgãos rodoviários responsáveis pela rodovia (MARCON, 1996). Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho é avaliar de forma detalhada a condição da superfície do pavimento asfáltico de dois trechos rodoviários, através do método de Índice de Gravidade Global (IGG), identificando de maneira visual os defeitos, sejam eles trincas, afundamentos, desgastes, entre outros, e uma possível intervenção de manutenção pertinente aos casos.

2. METODOLOGIA

2.1 Local de estudo

Neste trabalho avaliou-se dois trechos de pavimentos asfálticos, o primeiro na ERS-522, km 36, e o segundo na ERS-342 próximo ao Posto de Combustíveis 44, ambos na cidade de Ijuí/RS, com área e distanciamento inventariadas a cada 20 metros, alternados entre as pistas de rolamento, portanto, a cada 40 metros em uma mesma faixa. A superfície de avaliação corresponde a 3 metros antes e 3 metros após cada uma das estacas demarcadas, totalizando em cada estação uma área correspondente a 6 metros de extensão e largura igual à da faixa a ser avaliada. No total foram observadas as superfícies de 11 estações em cada trecho de rodovia.

A seguir são apresentadas as avaliações funcionais dos dois trechos do estudo.

2.1.1 Avaliação funcional trecho 01

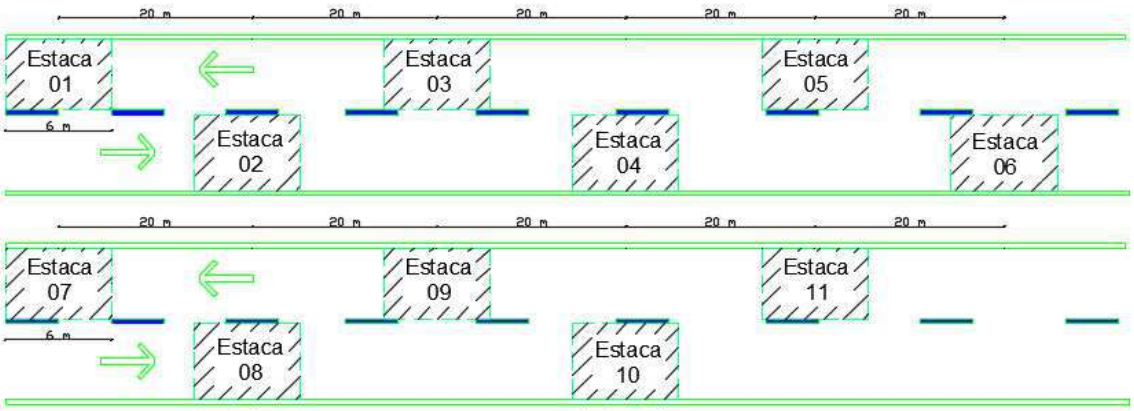
O local do levantamento na ERS-522 pode ser verificado na Figura 1, e em seguida, na Figura 2, tem-se o esquema de como foram divididos os subtrechos levantados e suas distâncias entre si, totalizando um comprimento de 200 metros.

Figura 1 - Local de estudo 1 – ERS 522, km 36



Fonte: Adaptado Google Earth (2021)

Figura 2 - Esquema representativo dos sub-trechos levantados na ERS-522 (Pista simples)



Fonte: os autores.

Nas Figuras 3 (a) e (b) pode-se verificar os defeitos encontrados no trecho 01, de forma representativa da condição média do pavimento considerado.

Figura 3 - Condição geral do pavimento no trecho considerado



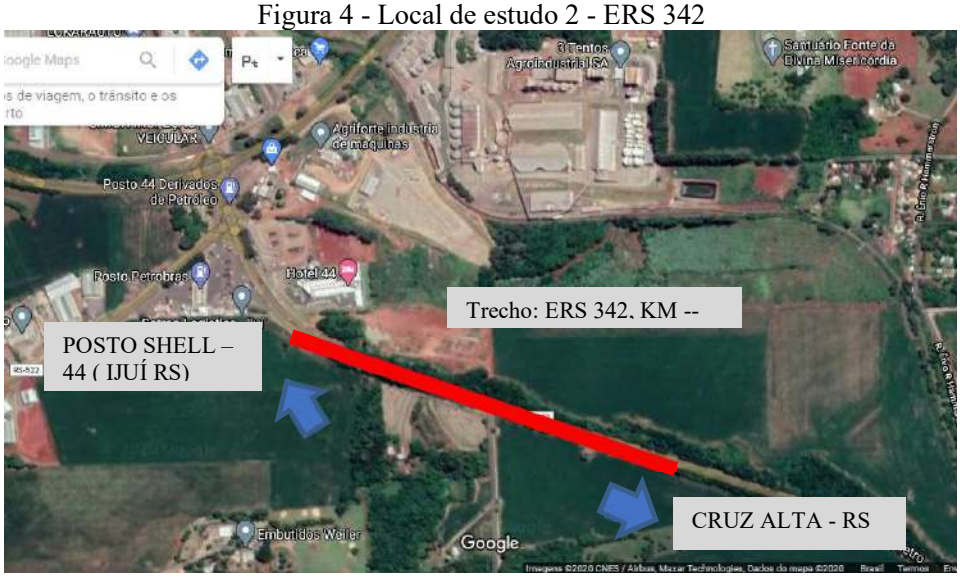
(a) (b)

Fonte: os autores.

2.1.2 Avaliação funcional trecho 02

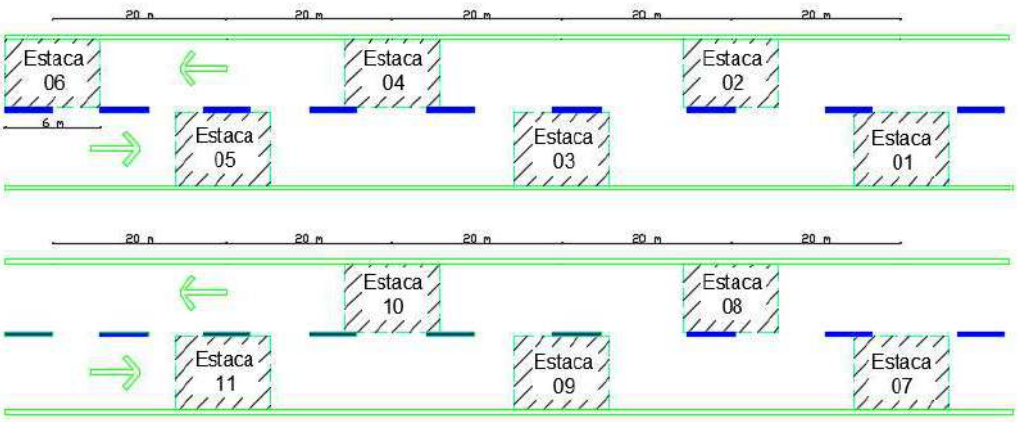
O local do levantamento na RS-342 pode ser verificado na Figura 4 e, em seguida, na Figura 5, tem-se o esquema igualmente dividido como no trecho 01, totalizando 200 metros de distância.

Figura 4 - Local de estudo 2 - ERS 342



Fonte: Adaptado Google Earth (2021)

Figura 5 - Esquema representativo dos subtrechos levantados na ERS 342 (Pista simples)



Fonte: os autores.

Nas Figuras 6 (a), (b) e (c) pode-se verificar os defeitos encontrados no trecho em estudo, de forma representativa da condição média do trecho considerado. As medições das flechas nas Trilhas de Rodas Externas (TRE) e Trilhas de Rodas Internas (TRI) foram executadas da mesma forma que no trecho anterior citado.

Figura 6: Condição geral do pavimento no trecho considerado



(a)



(b)



(c)

Fonte: os autores.

2.2 Índice de Gravidade Global (IGG)

Vieira et al. (2016) ressaltam que existem diversas formas de avaliar os pavimentos asfálticos, que podem passar as informações necessárias, permitindo saber a real condição da superfície do pavimento asfáltico. Com esses resultados é possível encontrar a melhor maneira de aplicar uma ação preventiva ou até a restauração da via.

Conforme as orientações de DNIT (2003b), o IGG é determinado de forma amostral, que caracteriza o grau de degradação superficial, resultante do levantamento dos defeitos da superfície, quantificando-os e classificando-os, incluindo a medição das profundidades dos Afundamentos nas Trilhas de Rodas (ATR), presença de trincas, fissuras, remendos, ondulações, panelas, exsudações e desgastes no pavimento.

As observações dos defeitos foram anotadas em uma planilha utilizando a terminologia e codificação de defeitos existentes na área demarcada (DNIT, 2003). Não levou-se em consideração neste método a área atingida pelo defeito, mas a sua ocorrência ou não.

Após identificação dos defeitos presentes na superfície do pavimento asfáltico, a referida norma estabelece que para cada uma das ocorrências inventariadas, devem ser calculadas as frequências relativas e as frequências absolutas, correspondentes ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada, através da Equação 1.

$$fr = \frac{fa\ x\ 100}{n} \quad (1)$$

Onde:
fr = frequência relativa;
fa = frequência absoluta;
n = número de estações.

Em seguida, o Índice de Gravidade Individual (IGI) é calculado para cada estaca, por meio da Equação 2.

$$IGI = fr\ x\ fp \quad (2)$$

Onde:
fr = frequência relativa;
fp = fator de ponderação.

Para o cálculo do IGI dos afundamentos em trilha de roda, considera-se a média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE dos afundamentos e a média das variâncias das flechas. Ao final, realiza-se o cálculo do IGG através do somatório dos valores de IGI, e faz-se a classificação do estado em que o pavimento se encontra através de intervalos pré-determinados.

Ressalta-se que a norma DNIT 006/2003 – PRO descreve que para a medição do ATR, deve-se utilizar uma treliça de alumínio, padronizada, tendo 1,20m de comprimento na base, acoplada à uma régua móvel instalada em seu ponto médio. Entretanto, por dificuldade de obter tal aparelho, a medida das deflexões do pavimento foi realizada de forma adaptada, com o uso de uma régua de 30 centímetros e uma haste de 1,20 m de comprimento, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Medições das flechas (deflexões)



Fonte: os autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a obtenção dos dados referentes ao método IGG, foi realizada uma análise prévia de forma a dividir a via em subtrechos, havendo a demarcação das estações com tinta branca sobre o pavimento, distanciadas 20 metros entre si. Para a classificação do estado de deterioração em que o pavimento se encontra, observou-se a Tabela 1.

Tabela 1 - Conceitos de degradação do pavimento

Conceitos	Limites
Ótimo	0 < IGG ≤ 20
Bom	20 < IGG ≤ 40
Regular	40 < IGG ≤ 80
Ruim	80 < IGG ≤ 160
Péssimo	IGG > 160

Fonte: DNIT 006/2003-PRO.

Na Tabela 2 tem-se o inventário de defeitos encontrados do trecho 01, totalizando 11 estacas em uma extensão de 200 metros, isto é, foram marcados com um "X" aqueles campos cujos defeitos eram observados em cada estação. Além disso, foram aferidas as medidas das flechas do pavimento em milímetros (interna e externa).

Tabela 2: Inventário de defeitos do trecho 01

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																						Data: jul/2021	Folha: 1
RODOVIA:			TRECHO:								OPERADOR:				Alifer e Daiana				Estaca ou Quilômetro		Estaca ou Quilômetro		
RS 522, KM 36			SUBTRECHO:								REVESTIMENTO TIPO:				CA								
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	Trincas										Afundamentos				Outros defeitos						Trincas rodas		OBS.:
			Trincas isoladas						Interligadas FC-2		Interligadas FC-3		Plástico		Consolidação		O (5)	P (5)	E (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	Flechas (mm)		
			FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)	ALP (4)	ATP (4)	ALC (4)	ATC (4)							TRI	TRE	
1											X					X					X		16	21	
2																X				X	X		13	14	
3				X	X											X					X	X	23	21	
4							X									X		X			X	X	14	22	
5																X				X	X	X	23	24	
6							X									X					X		22	15	
7						X										X					X		19	32	
8						X						X				X					X		27	24	
9																X				X	X		21	18	
10																X		X					10	11	
11																X		X		X	X		18	24	

Fonte: Adaptado DNIT 006/2003-PRO.

Na Tabela 3 é observado o Índice de Gravidade Global pertinente ao trecho 01. Pode-se observar que em todas as estações foram encontrados afundamentos por consolidação em trilha de roda (ATC), caracterizados pela depressão da superfície do pavimento sem estar acompanhado de solevamento (compensação volumétrica lateral). Além disso, na grande maioria detectou-se a presença de trincas isoladas, e em minoria, as interligadas e outros tipos de defeitos.

Tabela 3: Índice de Gravidade Global do trecho 01

RODOVIA: RS 522, KM 36		PLANILHA DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)				Data: Jul/21	Folha: 1
		TRECHO:				Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
		SUB-TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO: CA			
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TLR	5	2	18,18	0,2	3,64	
2	(FC - 2) J, TB	0	0	0,00	0,5	0,00	
3	(FC - 3) JE, TBE	5	5	45,45	0,8	36,36	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	10		90,91	0,9	81,82	
5	O, P, E	3		27,27	1,0	27,27	
6	EX	4		36,36	0,5	18,18	
7	D	10		90,91	0,3	27,27	
8	R	3		27,27	0,6	16,36	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1A(X)	26,18	
		20,55	18,73	19,64	1B( )		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas trilhas	TREv =	TRIv =	FV =	2A(X)	30,05	
		34,07	26,02	30,05	2B( )		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		11	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			**267,1**	**Conceito: Péssimo**
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30				2 A) IGI = FV quando FV ≤ 50		Operador:	Alifer e Raquel
1B) IGI = 40 quando F > 30				2 B) IGI = 50 quando FV > 50		Cálculo:	jul/21
						Visto:	jul/21

Fonte: Adaptado DNIT 006/2003-PRO.

Desse modo, para um IGG de 267,1, o trecho 01 encontra-se em estado PÉSSIMO (IGG > 160), o que representa um acréscimo de 66,94% em relação ao mínimo estipulado pela normativa (IGG > 160). Em estudo de Czrnhak (2019), o IGG encontrado foi de 288,79 para um trecho de pavimento flexível localizado no estado de Santa Catarina, classificando-o com conceito péssimo. Isto indica que os trechos considerados péssimos estão em alto nível de degradação e, assim como no trecho 01 deste estudo, o autor concluiu que a maior parcela nesse alto valor de IGG são os afundamentos, sejam eles plásticos ou por consolidação.

Na Tabela 4 tem-se o inventário de defeitos encontrados no trecho 02, com mesmo número de estações, distância entre si e extensão total em relação ao trecho 01, analisado anteriormente.

Tabela 4: Inventário de defeitos do trecho 02

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																										
																							Data: Jul/2021		Folha: 1	
RODOVIA:			TRECHO:								OPERADOR:				Alifer e Raquel				Estaca ou Quilômetro		Estaca ou Quilômetro				
RS 342, KM --			SUBTRECHO:								REVESTIMENTO TIPO:				CA										
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	Trincas										Afundamentos				Outros defeitos						Trincas rodas		OBS.:
			Trincas isoladas						Interligadas FC-2		Interligadas FC-3		Plástico		Consolidação		O (5)	P (5)	E (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	Flechas (mm)		
			FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)	ALP (4)	ATP (4)	ALC (4)	ATC (4)							TRI	TRE	
1											X					X					X	X	12	8	
2											X					X				X	X		14	15	
3											X					X			X		X	X	10	20	
4									X		X					X		X	X		X	X	6	7	
5						X	X				X					X				X	X		7	7	
6							X									X				X	X		11	7	
7				X	X		X									X		X		X	X		8	13	
8					X		X				X					X		X		X	X	X	6	13	
9					X	X										X				X	X		4	7	
10				X		X					X					X		X		X	X	X	8	20	
11											X					X				X	X		7	11	

Fonte: Adaptado DNIT 006/2003-PRO.

Na Tabela 5 é observado o Índice de Gravidade Global pertinente ao trecho 02.

Tabela 5: Índice de Gravidade Global do trecho 02

RODOVIA: RS 342, KM --		PLANILHA DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)				Data: Jul/21	Folha: 1
		TRECHO:				Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
		SUB-TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO: CA			
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TLR	6	3	27,27	0,2	5,45	
2	(FC - 2) J, TB	1	0	0,00	0,5	0,00	
3	(FC - 3) JE, TBE	8	8	72,73	0,8	58,18	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	11		100,00	0,9	90,00	
5	O, P, E	5		45,45	1,0	45,45	
6	EX	8		72,73	0,5	36,36	
7	D	11		100,00	0,3	30,00	
8	R	5		45,45	0,6	27,27	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1A (X)	13,39	
		11,64	8,45	10,05	1B ( )		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas trilhas	TREv =	TRIv =	FV =	2A (X)	17,16	
		25,45	8,87	17,16	2B ( )		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		11	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			323,3	Conceito: Péssimo
1A) IGI = F̄ x 4/3 quando F̄ ≤ 30				2A) IGI = F̄V quando F̄V ≤ 50		Operador:	Alifer e Raquel
1B) IGI = 40 quando F̄ > 30				2B) IGI = 50 quando F̄V > 50		Cálculo:	jul/21
						Visto:	jul/21

Fonte: Adaptado DNIT 006/2003-PRO.

Conclui-se que para um IGG de 323,3 trata-se de um trecho em estado PÉSSIMO (IGG > 160). E, ainda, relacionando e comparando os dois trechos analisados, percebe-se que o trecho da ERS-342 apresenta um IGG superior ao trecho da ERS-522, ocasionado pela condição do pavimento, com maior número de trincas isoladas e interligadas, e principalmente, na incidência de afundamentos e desgaste em todas as estações. Portanto, o trecho que deve receber uma intervenção prioritária é da ERS 342, seguido da ERS 522.

É importante ressaltar que em ambos os trechos, o volume de tráfego é considerado alto, devido a serem importantes rotas de transporte e escoamento da produção agrícola da região, principalmente da soja. De certa forma, caso as ações de manutenção não aconteçam de maneira corriqueira e preventiva, cuja autarquia se dá ao Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), órgão responsável pela gestão do transporte rodoviário no estado do Rio Grande do Sul, inevitavelmente haverá uma tendência significativa no aumento de patologias estruturais no pavimento asfáltico.

Apesar de ser um bom indicador que auxilia os órgãos rodoviários responsáveis na gestão e manutenção destas vias, um fator interessante é a deficiência no método em quantificar os defeitos levantados na pesquisa, fazendo com que a severidade do defeito não seja analisada de forma precisa. Entretanto, alguns tipos são escaláveis por características que denotam a severidade do defeito, como no caso das trincas tipo couro de jacaré, distintas pela presença ou não de erosão nos bordos.

4. CONCLUSÕES

A partir da análise de estudo de caso dos trechos rodoviários estaduais da ERS-522 e ERS-342, onde buscou-se avaliar as condições das superfícies do pavimento asfáltico através do método de Índice de Gravidade Global (IGG), podemos concluir que ambos os segmentos apresentam um péssimo estado de deterioração. Embora essa condição esteja presente em diversas rodovias federais, estaduais e até vias municipais, destaca-se a importância de investimentos em manutenção desses defeitos de forma que o pavimento não se deteriore ainda mais e evolua no seu processo de fadiga, resultando no aparecimento de trincas, afundamentos, panelas, entre outros, que venham a intervir no conforto e segurança dos usuários.

Diante do exposto, uma avaliação mais detalhada das camadas subjacentes ao revestimento asfáltico é necessária para garantir uma manutenção mais assertiva, visto que, o ideal seria uma reconstituição da camada como medida paliativa. Assim sendo, a realização do processo de fresagem pode ser uma das alternativas cabíveis, por ser um método muito utilizado na região onde é caracterizado pelo desbaste de uma ou mais camadas do pavimento asfáltico por intermédio de processo mecânico a frio, e em seguida, procedendo com a execução de uma nova camada com espessura igual ou superior da original, do tipo concreto asfáltico.

O método IGG é mais indicado quando se necessita de uma avaliação imediata e em grandes extensões, funcionando como uma ferramenta para a alimentação de dados de um sistema de gerência a nível de rede, mas necessita de um acompanhamento mais detalhista. Portanto, sugere-se estudos complementares de avaliação dos pavimentos em questão neste estudo, como por exemplo, a comparação do método utilizado com os diferentes procedimentos de análise da deterioração do pavimento, para que as ações corretivas e preventivas sejam realizadas de forma a garantir vida útil de serviço adequada, trafegabilidade, economia aos cofres públicos e segurança aos motoristas.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, ABEDA, 2010.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura, 2020 - **Informações Gerais**. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/rodovias federais/rodovias-federais-informacoes-gerais-sistema-federal-de-viacao> Acesso em: 12 ago. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, CNT. **Por que os pavimentos do Brasil não duram?** 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento> Acesso em 23 jul. 2021.

CZRNHAK, A. C. S.; RUBER, N. L.; DUSI, L. P. **Estudo de patologias de pavimentos flexíveis na cidade de Caçador/SC**. Ignis / Caçador. v. 8, n.1, p. 83-95. jan./abr., 2019.

DNIT. Norma 005/2003: **Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos Terminologia.** Rio de Janeiro: DNIT, Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, 2003a.

____.Norma PRO 006/2003: **Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos**. Rio de Janeiro: DNIT, Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, 2003b.

____.**Manual de Gerência de Pavimentos** – IPR 745/2011. Rio de Janeiro: DNIT, Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, 2011.

MARCON, A. F. **Contribuições ao desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos para a malha rodoviária estadual de Santa Catarina**. Tese (Doutorado) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos/SP, 1996.

VIEIRA, S. A.; JÚNIOR, A. A. E. P.; OLIVEIRA, F. H. L.; AGUIAR, M. F. P. **Análise comparativa de metodologias de avaliação de pavimentos através do IGG e PCI**. Conex. Ci. e Tecnologia. Fortaleza/CE, v. 10, n. 3, p.20-30, nov. 2016.