

## AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FUNCIONAIS DE UM PAVIMENTO PARA SOLUÇÕES DE RESTAURAÇÃO

Camila de Marchi Marcolan (Engenheira Civil pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, campus de Frederico Westphalen/RS) E-mail: [camila\\_marcolan@hotmail.com](mailto:camila_marcolan@hotmail.com)  
Rodrigo André Klamt (Professor da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, campus de Frederico Westphalen/RS) E-mail: [rodrigoklamt@outlook.com](mailto:rodrigoklamt@outlook.com)  
Luciéle da Silva Knierim (Mestranda em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Maria) E-mail: [luhknierim@gmail.com](mailto:luhknierim@gmail.com)

**Resumo:** O modal rodoviário possui ampla utilização no Brasil para transporte de cargas e pessoas, entretanto relatórios da Confederação Nacional do Transporte revelam que a malha rodoviária do país se encontra em escassez de investimentos, refletindo nas condições de segurança e conforto dos usuários. Para recuperar a trafegabilidade de um pavimento é necessário conhecer o seu estado para então definir as técnicas de reabilitação mais adequadas, a fim de restabelecer os parâmetros de qualidade e desempenho da rodovia. A avaliação funcional pelo método do Índice de Gravidade Global (IGG) permite o levantamento dos defeitos de superfície presentes no pavimento, dando embasamento para o diagnóstico funcional da rodovia. Este método foi aplicado na rodovia estadual ERS-585, que dá acesso ao município de Erval Seco/RS, através da definição de três trechos que foram submetidos à avaliação a cada 45 dias, durante seis meses, seguindo a metodologia do IGG preconizada por normativa DNIT. Os resultados do estudo mostram que o pavimento em questão está em sua maior parte com uma condição funcional péssima ou ruim, com elevado grau de trincamento e desgaste. Logo, concluiu-se que a rodovia necessita de uma restauração imediatamente. Através da análise dos inventários foram definidas como alternativas mais viáveis a fresagem seguida de recapeamento do pavimento, visto que esse procedimento evita a reflexão de trincas na nova camada de rolamento executada, eliminando as trincas, o desgaste e demais defeitos superficiais.

**Palavras-chave:** Avaliação funcional, Índice de Gravidade Global, defeitos em pavimentos flexíveis.

## EVALUATION OF THE FUNCTIONAL CONDITIONS OF A FLOOR FOR RESTORATION SOLUTIONS

**Abstract:** The road modal is widely used in Brazil to transport cargo and people, however reports from the National Transport Confederation reveal that the country's road network is in short supply, reflecting the safety and comfort conditions of users. To recover the trafficability of a pavement, it is necessary to know its state and then define the most appropriate rehabilitation techniques in order to reestablish the parameters of quality and performance of the road. The functional evaluation using the Global Gravity Index (IGG) method allows the survey of surface defects present in the pavement, providing a basis for the functional diagnosis of the road. This method was applied to the state highway ERS-585, which gives access to the municipality of Erval Seco/RS, through the definition of three sections that were submitted to evaluation every 45 days, for six months, following the IGG methodology recommended by regulations DNIT. The results of the study show that the pavement in question is mostly with a bad or bad functional condition, with a high degree of cracking and wear. Therefore, it was concluded that the highway needs an immediate restoration. Through the analysis of the inventories, milling followed by resurfacing the pavement was defined as the most viable alternatives, as this procedure avoids the reflection of cracks in the new bearing layer performed, eliminating cracks, wear and other surface defects.

**Keywords:** Functional assessment, Global Gravity Index, defects in flexible pavements.

### 1. Introdução

Os pavimentos asfálticos são estruturas de múltiplas camadas destinadas a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, propiciando aos usuários melhores condições de rolamento.

Em seu sentido puramente estrutural, as camadas são concebidas para receber e transmitir os

esforços de maneira a aliviar pressões sobre as camadas inferiores, que geralmente são menos resistentes (BALBO, 2007). Entretanto, o projeto de um pavimento deve cumprir, além dos requisitos estruturais, as demandas funcionais, que dizem respeito ao estado da superfície e como este influencia no conforto e segurança ao rolamento.

Levantamentos realizados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) demonstram a precariedade das rodovias em todo o território brasileiro. De acordo com a pesquisa realizada em 2015, a malha rodoviária brasileira estava classificada como regular/ruim/péssima em seu estado geral em 57,3% de toda sua extensão total, seguindo a avaliação de três quesitos - pavimento, sinalização e geometria da via. Já em sua atualização no ano de 2016, esse índice subiu para 58,2% nas rodovias analisadas.

No que se refere apenas às rodovias estaduais, 67,9% das rodovias estavam classificadas como regular/ruim/péssima na pesquisa de 2015, sendo que no ano de 2016 esse índice subiu para 70,7%. Este panorama reflete a atual situação de conservação e a agravante falta de manutenção das rodovias ao longo dos anos, sejam elas rodovias estaduais ou federais.

Entretanto, a situação das rodovias se reflete também nos parâmetros de segurança e conforto aos usuários que trafegam nas mesmas. A má condição da superfície de rolamento impacta nos custos operacionais, de manutenção de veículos e na elevação dos tempos de viagem; a instabilidade gerada pelos defeitos e irregularidades encontradas ainda podem aumentar o risco de acidentes e serem motivadores de colisões.

Para manter uma rodovia dentro dos parâmetros de qualidade e desempenho, a manutenção periódica é um requisito imprescindível, e conhecer a causa da patologia presente no pavimento é fundamental para restaurá-lo. Logo, é necessário o levantamento da conservação através da identificação dos defeitos ou irregularidades presentes no pavimento asfáltico, os quais podem aparecer precocemente, devido a erros de projeto ou inadequações, ou a médio e longo prazo, devido à utilização pelo tráfego e efeito das intempéries (BERNUCCI et al., 2008).

Um dos principais métodos para avaliação funcional é a avaliação objetiva, onde o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) estabelece um método de levantamento sistemático de defeitos através de identificação visual e atribuição do Índice de Gravidade Global (IGG), que classifica o estado do pavimento e pode auxiliar em projetos de reforço. Além desta, podem ser realizadas a avaliação da irregularidade longitudinal do pavimento, avaliação da aderência pneu/pavimento e avaliação das condições de sinalização.

Nesse contexto, torna-se imprescindível a análise da condição funcional das rodovias. Essas informações fornecem embasamento para a tomada de decisões que reiteram a qualidade da superfície de rolamento através do aproveitamento e restauração dos pavimentos existentes, assim como para o dimensionamento de uma camada de reforço nos casos mais críticos.

Considerando a recorrente degradação da rodovia estadual ERS-585 e a carência de manutenção do trecho, vê-se a necessidade de avaliar o seu estado para propor medidas corretivas como forma de garantir a segurança e o conforto dos usuários que ali trafegam, assegurando também o acesso e o crescimento do município de Erval Seco/RS, que tem como principal porta de entrada a rodovia especificada. Portanto, este estudo tem como objetivo avaliar de forma funcional o pavimento correspondente a trechos da ERS-585 como forma de verificar o seu estado, e a necessidade de medidas corretivas.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Descrição da rodovia**

A ERS-585 é uma rodovia estadual situada na região noroeste do estado do Rio Grande do

Sul. Pela localização geográfica e funcionalidade é considerada uma rodovia de ligação. A rodovia se inicia no entroncamento com a BR-158/BR-386 e a ERS-587, e encerra no perímetro urbano do município de Erval Seco/RS, no entroncamento com a ERS-317.

A rodovia é mensurada em aproximadamente 14,6 quilômetros de extensão, com vias em pista simples pavimentadas com revestimento asfáltico, sendo o principal acesso para o município de Erval Seco. Este trabalho está limitado a informações e dados mais específicos da rodovia ERS-585, devido à dificuldade de acesso e até mesmo a inexistência deles. Entretanto, tem-se conhecimento que o projeto desta rodovia é datado de 1981, possuindo então cerca de 35 anos, e que a mesma foi projetada para um período de 15 anos.

## 2.2 Delimitação dos trechos

Os trechos de avaliação da rodovia foram definidos de forma a se obter a melhor caracterização da situação de conservação do pavimento ao longo de toda sua extensão. Para isso, foram delimitados três trechos que apresentavam patologias na sua superfície, considerados pelos usuários pontos críticos e de reincidência de defeitos.

Cada trecho definido possui 600 metros de extensão, localizados conforme indicação na Figura 1. Nota-se que o Trecho 3 encontra-se localizado próximo ao trevo que dá acesso à ERS-585, no quilômetro 14 da rodovia; o Trecho 1 encontra-se próximo ao início da rodovia (portanto, entrada do município de Erval Seco), no quilômetro 01 da rodovia; e o Trecho 2 encontra-se localizado no intermédio destes, no quilômetro 10 da rodovia.



Figura 1 – Localização dos trechos 1, 2 e 3 da ERS-585

## 2.3 Avaliação pelo Índice de Gravidade Global (IGG)

A aplicação da avaliação objetiva pelo método do Índice de Gravidade Global foi feita seguindo as premissas estabelecidas pela Norma DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos – Procedimento.

Sabendo que a ERS-585 possui pista simples em toda a sua extensão, a superfície de avaliação foi demarcada a cada 20 metros, alternando-se em relação ao eixo da pista de rolamento, como específica a Norma. Foram marcados, ainda, mais dois traços, um 3 metros avante e outro 3 metros à ré, delimitando, assim, a área de avaliação em 6 metros. As superfícies de avaliação foram demarcadas sobre o pavimento por meio de pintura com tinta de demarcação, sendo que cada estação recebeu o número correspondente à estaca. O procedimento é demonstrado na Figura 2a.

Os defeitos superficiais foram avaliados e registrados a partir do deslocamento ao longo dos trechos e identificação de qualquer ocorrência presente na área demarcada da estação, mediante a observação visual das suas características. Para a medição das flechas nas trilhas de roda utilizou-se da treliça padronizada, instalando-a entre as bordas externas e o centro da pista e nas bordas internas até o centro da pista, de forma a efetuar as medições dos afundamentos, como mostrado na Figura 2b.



Figura 2 – a) Demarcação da superfície de avaliação; b) Medição dos afundamentos de trilha de roda

De posse das informações levantadas durante a avaliação do pavimento foi realizada uma análise global para a definição dos segmentos homogêneos. Foram considerados parâmetros para a divisão dos segmentos as informações obtidas na avaliação objetiva, ou seja, a ocorrência de defeitos de mesmo grau de severidade e frequência de aparecimento, e flechas nas trilhas de rodas.

Separados os segmentos homogêneos, para o cálculo das frequências absoluta e relativa, obteve-se o Índice de Gravidade Global de cada segmento homogêneo, sendo então possível determinar o estado de degradação do pavimento pelos conceitos estabelecidos na norma.

A coleta de dados ocorreu a cada 45 dias, durante 06 meses (abril a setembro de 2017), resultando em quatro avaliações da condição do pavimento durante este período. As coletas ocorreram apenas sob boas condições de visibilidade e luz natural, dessa forma, em situações adversas, como chuva ou neblina, a análise foi suspensa até que as condições idealizadas fossem restabelecidas.

Ao final do período estipulado de avaliação foi possível analisar a evolução das patologias em cada segmento homogêneo e então determinar o estado em que se encontra o pavimento no momento da definição da restauração adequada para os trechos. Considerando que as patologias podem evoluir de gravidade rapidamente, dessa forma é possível estabelecer a melhor solução para que o pavimento recupere as suas condições de trafegabilidade e segurança aos usuários.

#### **2.4 Restauração**

Avaliado o pavimento e determinado seu estado de conservação, através dos resultados obtidos, é possível decidir quanto às intervenções de restauração necessárias, através de análise crítica para a definição da medida mais adequada.

Tratando-se de restauração funcional, tendo conhecimento da variedade de técnicas que podem ser utilizadas de forma isoladas ou combinadas, foi considerada a solução mais adequada aquela que melhor responde economicamente e com eficiência técnica, atendendo às limitações particulares existentes, de forma a solucionar plenamente os defeitos de superfície do segmento homogêneo.

### 3. Resultados e discussões

Os principais defeitos que puderam ser identificados nos três trechos avaliados são as trincas interligadas “couro de jacaré” (FC-2) e desgaste. De forma mais pontual, nota-se a ocorrência de trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3), remendos e panelas, e em casos isolados exsudação, corrugação e trincas isoladas.

A rodovia estudada apresenta um elevado nível de desgaste, com perda de agregado da camada superior em todas as estacas analisadas, devido ao desgaste natural da passagem dos veículos.

Analisando os Trechos 1, 2 e 3 separadamente através dos inventários provenientes das avaliações, a divisão dos segmentos homogêneos, de acordo com a ocorrência dos defeitos, ocorreu da forma descrita a seguir.

#### 3.1 Trecho 1

O Trecho 1 caracteriza-se pela forte presença das trincas interligadas tipo “couro de jacaré” (FC-2) e pelo desgaste. Sendo assim, o trecho foi dividido em dois segmentos homogêneos, considerando como divisor a estaca nº 15, visto que esta é a única do trecho que não possui trincas do tipo FC-2 ou FC-3.

Resumidamente, apresenta-se o Quadro 1 com a variação das frequências absolutas dos defeitos durante as quatro avaliações, correspondentes aos segmentos homogêneos I e II. No Quadro 2 são apresentados os valores do Índice de Gravidade Global calculados para o Trecho 1 e o conceito segundo a norma.

Notavelmente, pelos Quadro 1 e 2, o segmento homogêneo I teve sua condição melhorada a partir da segunda avaliação (reflexo da eliminação dos defeitos “panelas” presentes no Trecho), mantendo-se com o mesmo valor para o IGG durante as três últimas avaliações. Já o segmento homogêneo II manteve-se com o mesmo valor nas duas primeiras avaliações, piorando na avaliação seguinte devido à evolução de trincas do tipo “couro de jacaré” (FC-2) para trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3) e ao aumento no número de panelas; já na quarta e última avaliação, voltou a ter seu IGG suavizado, reflexo da transformação de panelas em remendos. Ainda assim, na última avaliação realizada verificou-se que 33,33% das estacas do Trecho 1 possuem remendo, 96,66% possuem trincas “couro de jacaré” sem erosão (FC-2) e 30% trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3).

De uma forma geral, tem-se que o segmento homogêneo I possui em média um IGG de 160,58 e o segmento homogêneo II possui em média um IGG de 193,54, o que classificaria ambos como péssimo.

Quadro 1 – Variação da frequência absoluta dos defeitos no Trecho 1

Trecho 1	Frequência absoluta dos defeitos	Média aritmética das flechas
----------	----------------------------------	------------------------------

									(em mm)	
		TTC, TTL, TLC, TLL	J	JE	O, P	EX	D	R	TRI	TRE
Segmento Homogêneo I	Avaliação 01	01	10	04	01	01	15	02	3,13	14,27
	Avaliação 02	01	10	04	0	01	15	02		
	Avaliação 03	01	10	04	0	01	15	02		
	Avaliação 04	01	10	04	0	01	15	02		
Segmento Homogêneo II	Avaliação 01	0	10	05	01	0	15	07	7,66	13,40
	Avaliação 02	0	10	05	01	0	15	07		
	Avaliação 03	0	09	06	03	0	15	07		
	Avaliação 04	0	10	05	01	0	15	08		

Quadro 2 – Resumo dos resultados de IGG no Trecho 1

Segmento homogêneo	Estaca	IGG AV. 01 (abril)	IGG AV. 02 (junho)	IGG AV. 03 (julho)	IGG AV. 04 (setembro)
I	01 à 15	IGG = 165,59 Péssimo	IGG = 158,92 Ruim	IGG = 158,92 Ruim	IGG = 158,92 Ruim
II	16 à 30	IGG = 188,71 Péssimo	IGG = 188,71 Péssimo	IGG = 204,04 Péssimo	IGG = 192,71 Péssimo

No início do período de avaliação desta pesquisa nota-se um pavimento já degradado, com trincas de categoria FC-3 e grande quantidade de remendos. Passados seis meses, o pavimento encontrava-se ainda em situação parecida, porém, a erosão decorrente das trincas FC-3 tornou-se ainda maior e até mesmo nos remendos começaram a aparecer o trincamento.

Já em relação às trincas isoladas, foi observada a incidência de trincas curtas longitudinais (TLC) e transversais (TTC) em ambos os segmentos homogêneos, distribuídas em seis estacas do trecho. Em relação aos afundamentos nas trilhas de rodas, os mesmos estão presentes na grande maioria das estacas, com valores que variam de 02 mm a 35 mm, de forma que os maiores valores se encontram nas trilhas externas.

### 3.2 Trecho 2

O Trecho 2 caracteriza-se igualmente pela presença das trincas interligadas tipo “couro de jacaré” (FC-2) e pelo desgaste na grande maioria das estacas. Porém, tratando-se de afundamento nas trilhas de rodas, este defeito ocorreu em apenas três estacas. Sendo assim, o trecho foi dividido em dois segmentos homogêneos, considerando como divisor a estaca nº 05, visto que a partir desta não há mais incidência dos afundamentos nas trilhas de rodas. Resumidamente, apresenta-se o Quadro 3 com a variação das frequências absolutas dos defeitos durante as quatro avaliações, correspondentes aos segmentos homogêneos I e II.

Quadro 3 – Variação da frequência absoluta dos defeitos no Trecho 2

Trecho 2		Frequência absoluta dos defeitos							Média aritmética das flechas (em mm)	
		TTC, TTL, TLC, TLL	J	JE	O, P	EX	D	R	TRI	TRE
Segmento Homogêneo I	Avaliação 01	0	05	0	0	0	05	02	6,60	12,20
	Avaliação 02	0	04	01	02	0	05	02		
	Avaliação 03	0	04	01	01	0	05	02		
	Avaliação 04	0	04	01	02	0	05	02		
Segmento Homogêneo II	Avaliação 01	02	19	0	01	0	25	07	0	0
	Avaliação 02	02	17	02	05	0	25	08		
	Avaliação 03	02	18	03	01	0	25	09		
	Avaliação 04	02	16	05	01	0	25	09		

No Quadro 4 são apresentados os valores do Índice de Gravidade Global do Trecho 2 e o conceito segundo a normativa.

Quadro 4 – Resumo dos resultados de IGG no Trecho 2

Segmento homogêneo	Estaca	IGG AV. 01 (abril)	IGG AV. 02 (junho)	IGG AV. 03 (julho)	IGG AV. 04 (setembro)
I	01 à 05	IGG = 166,53 Péssimo	IGG = 212,53 Péssimo	IGG = 192,53 Péssimo	IGG = 212,53 Péssimo
II	06 à 30	IGG = 90,4 Ruim	IGG = 111,20 Ruim	IGG = 102,80 Ruim	IGG = 105,20 Ruim

Notavelmente, pelos Quadros 3 e 4, ambos os segmentos homogêneos tiveram os resultados agravados para a segunda avaliação, em decorrência do aumento no número de painéis e na evolução das trincas “couro de jacaré” sem erosão (FC-2) para trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3). Já na terceira avaliação, o IGG foi suavizado devido a execução de remendos. Em setembro, o segmento homogêneo I apresentou ainda mais painéis, elevando novamente o valor do IGG; já o segmento homogêneo II sofreu uma leve alteração, reflexo novamente da evolução das trincas “couro de jacaré” sem erosão (FC-2) para trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3). Desta forma, a última avaliação realizada verificou que 36,66% das estacas do trecho possuem remendo, 86,66% possuem trincas “couro de jacaré” sem erosão e 20% “couro de jacaré” com erosão.

De uma forma geral, têm-se que o segmento homogêneo I possui em média um IGG de 196,03 e o segmento homogêneo II possui em média um IGG de 102,40, o que os classificaria como péssimo e ruim, respectivamente.

No início do período desta pesquisa, nota-se um pavimento já degradado, com trincas interligadas de categoria FC-2 e desgaste. Passados apenas dois meses, o pavimento encontrava-se em situação bem mais grave, com enormes panelas. Na terceira avaliação, em julho, foi realizada a execução de operação “tapa-buraco”, porém em setembro remendos executados já se encontravam falhos, situação que foi verificada em diversas estacas em todos os trechos.

Já em relação às trincas isoladas, foi observada a incidência de trincas longitudinais curtas (TLC) e longas (TLL), apenas no segmento homogêneo II, distribuídas em duas estacas do trecho. O segmento homogêneo I não apresentou a ocorrências de trincas isoladas. Como já mencionado, os afundamentos nas trilhas de roda estão presentes em apenas três estacas; seus valores variam de 08 mm a 16 mm nas trilhas internas e de 16 mm a 28 mm nas externas, configurando novamente maiores afundamentos nas trilhas de rodas externas.

### 3.3 Trecho 3

O Trecho 3 caracteriza-se pela forte presença das trincas interligadas tipo FC-2 e pelo desgaste, igualmente aos anteriores; entretanto este trecho também é marcado por uma maior quantidade de remendos e trincas tipo FC-3 (“couro de jacaré” com erosão). Sendo assim, o trecho foi dividido em dois segmentos homogêneos, considerando como divisor a estaca nº 13, visto que esta possuía apenas o defeito desgaste após uma série de estacas com defeitos diversos. Resumidamente, apresenta-se o Quadro 5 com a variação das frequências absolutas dos defeitos durante as quatro avaliações, correspondentes aos segmentos homogêneos I e II.

Quadro 5 – Variação da frequência absoluta dos defeitos no Trecho 3

Trecho 3		Frequência absoluta dos defeitos							Média aritmética das flechas (em mm)	
		TTC, TTL, TLC, TLL	J	JE	O, P	EX	D	R	TRI	TER
Segmento homogêneo I	Avaliação 01	01	03	08	01	0	12	09	7,42	13,08
	Avaliação 02	01	03	08	01	0	12	09		
	Avaliação 03	01	04	07	02	0	12	09		
	Avaliação 04	01	04	07	02	0	12	09		
Segmento homogêneo II	Avaliação 01	0	12	04	0	0	18	03	7,77	11,22
	Avaliação 02	0	12	04	0	0	18	03		
	Avaliação 03	0	11	05	0	0	18	03		
	Avaliação 04	0	10	06	0	0	18	03		

Já o Quadro 6 apresenta os valores do Índice de Gravidade Global do Trecho 3 e, por consequência, o conceito estabelecido pela norma.



Quadro 6 – Resumo dos resultados de IGG no Trecho 3

Segmento homogêneo	Estaca	IGG AV. 01 (abril)	IGG AV. 02 (junho)	IGG AV. 03 (julho)	IGG AV. 04 (setembro)
I	01 à 12	IGG = 214,49 Péssimo	IGG = 239,48 Péssimo	IGG = 220,33 Péssimo	IGG = 220,33 Péssimo
II	13 à 30	IGG = 153,77 Ruim	IGG = 153,77 Ruim	IGG = 155,44 Ruim	IGG = 157,10 Ruim

Notavelmente, pelos Quadro 5 e 6, o segmento homogêneo I teve sua condição piorada na segunda avaliação, reflexo do aumento na quantidade de painéis presentes no trecho, melhorando na terceira avaliação devido a transformação destas painéis em remendo, e então manteve-se com o mesmo valor para o IGG até a última avaliação. Já o segmento homogêneo II manteve-se com o mesmo valor nas duas primeiras avaliações, piorando levemente na avaliação seguinte devido a evolução de trincas do tipo “couro de jacaré” sem erosão (FC-2) para trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3) e, na quarta avaliação, voltou a ter seu IGG piorado pelo mesmo motivo. Sendo assim, na última avaliação realizada verificou-se que 40% das estacas do trecho possuem remendo, 83,33% possuem trincas “couro de jacaré” sem erosão e 43% “couro de jacaré” com erosão.

De uma forma geral, têm-se que o segmento homogêneo I possui em média um IGG de 223,65 e o segmento homogêneo II possui em média um IGG de 155,02, o que os classificaria como péssimo e ruim, respectivamente.

No início do período de avaliação desta pesquisa, notou-se um pavimento com trincas longitudinais longas que já apresentam erosão, com trincas de categoria FC-3 sobre uma área que já era remendada. Passados dois meses, o pavimento encontrava-se em situação ainda pior, com a evolução da erosão das trincas em “panela”; já na última avaliação, nota-se a execução de um “tapa-buraco” realizado estritamente onde se localiza a panela, mantendo a degradação do pavimento ao seu redor.

Situação semelhante foi verificada em outras estacas deste trecho, como na estaca nº 01. No início do período de avaliação, em abril, verificou-se um pavimento parcialmente remendado, porém ainda bastante degradado, com a presença de trincas de categoria FC-3 sobre remendo antigo. Passados dois meses, em junho, o pavimento encontrava-se em situação ainda pior, com a evolução da erosão das trincas em painéis; já na terceira avaliação, em julho, notou-se a execução de um “tapa-buraco” que eliminou as fissuras FC-3 e a panela existente.

Em relação às trincas isoladas, foram observadas a incidência apenas de trincas longitudinais no Trecho 3. Já em relação aos afundamentos nas trilhas de roda, estão presentes na grande maioria das estacas, com valores que variam de 04 mm a 45 mm, sendo que em alguns casos foram observados afundamentos apenas nas trilhas externas.

### 3.4 Restauração dos trechos em estudo

O Quadro 7 apresenta o resultado final dos conceitos estabelecidos pela avaliação do Índice de Gravidade Global para cada um dos trechos avaliados, resultado este que serve de base para a decisão da restauração a ser aplicada nos mesmos. Cabe ressaltar que estes resultados são oriundos da última avaliação realizada, visto que é partir deste parecer que foram adotadas as técnicas corretivas.

Quadro 7 – Conceito final dos trechos avaliados pelo IGG

Trecho	Segmento homogêneo	Estacas	IGG na última avaliação	Conceito	IGG médio do trecho
1	I	01 à 15	158,92	RUIM	175,81
	II	16 à 30	192,71	PÉSSIMO	
2	I	01 à 05	212,53	PÉSSIMO	158,86
	II	06 à 30	105,20	RUIM	
3	I	01 à 12	220,30	PÉSSIMO	188,70
	II	13 à 30	157,10	RUIM	

Com base nos índices calculados, têm-se conhecimento de que é necessária a intervenção funcional em todos os trechos avaliados; deste modo, delegam-se a seguir as soluções funcionais que mais se adaptam aos casos estudados.

Os Trechos 1, 2 e 3 possuem características semelhantes, com elevada presença das trincas interligadas “couro de jacaré”, desgaste e remendos que já perderam a sua funcionalidade.

Segundo DNIT (2005), os pavimentos que desenvolveram trincas de fadiga ou “couro de jacaré” são corrigidos frequentemente através de camadas asfálticas adicionais, visto que o tratamento das mesmas através da selagem de trincas é considerado ineficiente.

Desta forma, nos três trechos optou-se por recomendar a execução de uma camada de regularização (recapeamento) no pavimento. A aplicação direta desta camada sobre pavimento com elevado grau de deterioração, principalmente com presença de trincas interligadas do tipo “couro de jacaré”, pode apresentar em curto intervalo de tempo trincas de reflexão que se propagam da camada de revestimento asfáltico antiga para a nova camada de rolamento. Sendo assim, recomenda-se o controle de propagação de trincas através da fresagem do revestimento original seguido de recomposição do revestimento asfáltico com espessura igual à fresada (DER, 2006b; PINTO e PREUSSLER, 2002).

A fresagem do revestimento asfáltico deteriorado é uma técnica interessante do ponto de vista de manutenção para extensas áreas trincadas de elevado grau de severidade ou com afundamentos plásticos em trilhas de rodas associados ou não à escorregamento de massa. O serviço de fresagem evita a elevação do greide da rodovia e permite executar recapeamento apenas na faixa de rolamento deteriorada, sem desnivelamento em relação às faixas adjacentes que não sofrerão intervenção, além de preservar os gabaritos e a geometria original (DER, 2006b). Além disso, a fresagem é indicada para áreas com ocorrência de remendos em mau estado, áreas adjacentes a painéis, rupturas plásticas, corrugações e outros defeitos (DER, 2006a).

Após a fresagem é feita a recomposição do revestimento asfáltico com espessura igual à fresada (geralmente de 2,5 cm a 5,0 cm), visto que o procedimento não terá função de crescer a sua capacidade estrutural, mas apenas corrigir as deficiências superficiais aumentando o desempenho funcional do pavimento.

Como tratamento final desses trechos recomenda-se a utilização de microrrevestimento asfáltico modificado por polímero, já que este tratamento resiste a reflexão das trincas, além de melhorar a aderência pneu-pavimento, melhorar a textura superficial da camada de rolamento, proteger as camadas subjacentes e funcionar como preenchimento de pequenos afundamentos nas trilhas de rodas (LIMA e PIRES, 2011; SILVA, 2005).

A preparação do pavimento é extremamente importante para o sucesso de qualquer recapeamento. Uma vez que a camada é delgada, devem ser corrigidos os locais mais enfraquecidos anteriormente à sua execução. Esta recomendação é de vital importância para a durabilidade dos reparos do pavimento, pois se as camadas subjacentes forem afetadas e não forem reparadas, o defeito retornará rapidamente. Desta maneira, devem ser efetuadas previamente algumas medidas como: reparos localizados, reperfilamento, eventuais alargamentos ou melhorias na geometria da via, etc. (DNIT, 2005).

Nos afundamentos das trilhas de rodas deve se reestabelecer a seção transversal com massa betuminosa, caso não sejam realizados estudos específicos (PINTO e PREUSSLER, 2002). Os demais defeitos constatados nos trechos avaliados, tais como corrugação, exsudação, desgaste e trincamento, solucionam-se igualmente com a remoção do revestimento, recuperando assim a condição da superfície do pavimento.

Entretanto, em pavimentos com degradação mais avançada denota-se a importância de uma avaliação estrutural, visto que alguns defeitos podem ter sua origem em falhas nas camadas de suporte do pavimento, tornando as soluções funcionais de baixa eficácia, já que não são suficientes para minimizar os problemas estruturais. Sendo assim, fica claro que a restauração funcional acima recomendada para a rodovia é considerada eficaz para reaver as condições de trafegabilidade do pavimento, desde que os defeitos identificados nos trechos não tenham sua incidência acarretada por motivos estruturais.

#### **4. Considerações finais**

Os principais defeitos identificados nos três trechos avaliados da rodovia estadual ERS-585 são o trincamento interligado “couro de jacaré” (com e sem erosão), desgaste, painéis e remendos. Exclusivamente em alguns pontos, observou-se a incidência de trincas isoladas, exsudação e corrugação. Dessa forma, os trechos foram classificados em estado de conservação ruim e péssimo pelos conceitos atribuídos pelo IGG, refletindo a necessidade de medidas de restauração do pavimento.

As variações que ocorreram durante o período de avaliação não foram, de certa forma, significativas a ponto de alterar o conceito de um trecho de ruim para péssimo, mas são suficientes para demonstrar a evolução da situação do pavimento, ressaltando que a mesma se agravava ainda mais após um período de chuvas. Os principais fatores que interferiram no Índice de Gravidade Global dos trechos foram a evolução das trincas “couro de jacaré” (FC-2) para trincas “couro de jacaré” com erosão (FC-3), bem como a relação entre painéis e remendos, permitindo observar a rápida evolução dos defeitos devido a inexistência de aplicação de técnicas corretivas ou a ineficiência das mesmas, quando executadas.

O inventário dos defeitos, oriundo das avaliações visuais nos trechos determinados da rodovia, quando analisado minuciosamente permitiu elencar as técnicas de restauração mais apropriadas para execução, compatibilizando os dados numéricos com o estado da condição superficial do pavimento.

As soluções adotadas recentemente para a rodovia em questão restringiam-se apenas a operações “tapa-buraco”, porém a avaliação mostra que esta é uma alternativa meramente paliativa, corrigindo temporariamente apenas um dos defeitos presentes no pavimento, o que gera a aplicação de recursos de forma errônea. Em função dos defeitos apresentados, recomendou-se a prática de fresagem seguida de execução de nova camada de rolamento com espessura igual à original (não caracterizando camada de reforço da capacidade estrutural do pavimento), de forma a evitar a reflexão das trincas na nova camada, eliminando ao mesmo tempo os demais defeitos superficiais.

O método utilizado, avaliação pelo Índice de Gravidade Global, seguindo a norma DNIT

006/2003, mostrou-se eficaz no que lhe é proposto; é um método confiável para gerência de rodovias, um procedimento padrão e de fácil execução que permite uma tomada de decisão rápida. É importante lembrar que a avaliação e manutenção das vias é de vital importância para que se tenha um pavimento em boas condições de trafegabilidade, que proporcione segurança e conforto aos usuários da via; a conservação da rodovia ajuda a desempenhar o seu papel durante a vida para a qual ela foi projetada, não devendo ser considerada como um recurso temporário, mas como um investimento aplicado na infraestrutura rodoviária, na garantia contra uma restauração mais dispendiosa.

### **Referências**

- BALBO, J. T.** *Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G; CERATTI, J. A. P; & SOARES, J. B.** *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2008.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT.** *Pesquisa CNT de rodovias 2015: relatório gerencial*. 19 ed. Brasília, DF, 2015.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT.** *Pesquisa CNT de rodovias 2016: relatório gerencial*. 20 ed. Brasília, DF, 2016.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER.** *ET-DE-P00/038: Fresagem de pavimento asfáltico – Especificação Técnica*. São Paulo, SP, 2006a.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER.** *Projeto de restauração de pavimento – Instrução de Projeto*. São Paulo, SP, 2006B.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT.** *DNIT 009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento*. Rio de Janeiro, RJ, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT.** *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- LIMA, F. & PIRES, S.** *Avaliação de soluções de restauração funcional de pavimentos: estudo de uma rodovia do Programa CREMA-RS*. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011.
- PINTO, S. & PREUSSLER, E.** *Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis*. Rio de Janeiro: S. Pinto, 2002.
- SILVA, P. F. A.** *Manual de patologia e manutenção de pavimentos*. 2 ed. São Paulo: Pini, 2005.