

Análise funcional comparativa de trecho da BR-116 no estado do Ceará

Comparative functional analysis of the section of the BR - 116 in the state of Ceará

Análisis comparativo funcional de un tramo de la BR-116 en el Estado del Ceará

L'analyse fonctionnelle comparative d'une intervalle de la route BR-116 dans l'état du Ceará

Joyce Pascoal de Oliveira Silva (OrcID)
joyce.pascoal@hotmail.com
Universidade de Fortaleza
- Unifor

Francisco Heber Lacerda de Oliveira (OrcID)
heber@det.ufc.br
Universidade Federal do Ceará - UFC

Carla Beatriz Costa de Araújo (OrcID)
carlabeatriz@unifor.br
Universidade de Fortaleza
- Unifor

Resumo

Este trabalho consiste na realização de uma análise comparativa entre duas metodologias de avaliação funcional de pavimentos flexíveis, as quais foram executadas ao longo de um trecho da BR-116 no estado do Ceará. Os métodos utilizados baseiam-se na execução de um inventário de patologias existentes na superfície da rodovia, com o objetivo de calcular índices que atribuem ao pavimento conceitos de degradação, são eles: o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice do Estado da Superfície (IES). Enquanto o IGG é obtido mediante a classificação e contagem das ocorrências e a medição das flechas nas trilhas de roda, em superfícies de avaliação, o IES é obtido por meio de um levantamento visual contínuo (LVC), em toda a extensão do trecho. Ao comparar os resultados obtidos para os dois índices, considerando segmentos aproximados, verificou-se divergência de conceitos em várias seções. Através do IES foi atribuída ao pavimento uma pior condição de degradação. Enquanto o IGG considerou 48% da extensão avaliada em estado regular, 47% em estado Ruim e somente 5% em estado Péssimo; o IES considerou 51,6% em estado Ruim, 48,3% em estado Péssimo e apenas 0,1 em estado Regular. Esse fato pode estar relacionado à maior subjetividade do método LVC. **Palavras-chave:** Avaliação funcional de pavimentos. Índice de Gravidade Global. Índice do Estado da Superfície.

Abstract

This study consists in a comparative analysis between two methodologies of functional evaluation of flexible pavements, executed along a section of BR-116, a highway in State of Ceará, Brazil. The methods used are based on the execution of an inventory of pathologies existing on the highway surface, in order to calculate indices that attribute degradation concepts to the pavement, such as the Global Gravity Index (GGI) and the State Index of Surface (SIS). The GGI is obtained by classification and counting of occurrences and measurement of the arrows in the wheel tracks, while SIS is obtained by Continuous Visual Survey (CVS) all along the section. After comparing the results for both indexes, considering approximate segments, it was found divergent concepts in several sections. It seems that SIS assigns a worse degradation condition to the pavement. While the GGI considered 48% of the extension evaluated in the Regular state, 47% in the Bad state and only 5% in the Poor state; the IES considered 51.6% in the Bad state, 48.3% in the Poor state and only 0.1 in the Regular state. That can be attributed to the higher subjectivity of the CVS method.

Keywords: Pavement Functional Evaluation. Overall Severity Index Pavement Surface Status.

Resumen

Este trabajo trata de la realización de un análisis comparativo entre dos metodologías de evaluación funcional de pavimentos flexibles, las cuales fueron ejecutadas a lo largo de un tramo de la BR-116 en el Ceará. Los métodos utilizados están basados en la ejecución de un inventario de patologías existentes en la superficie de la carretera, con el objetivo de calcular índices que atribuyen conceptos de deterioro

al pavimento. Son ellos: el Índice de Gravedad Global (IGG) y el Índice del Estado de la Superficie (IES). Mientras el IGG es obtenido por medio de la clasificación y recuento de los sucesos y la medición de las flechas en las rutas de rueda, en superficies de evaluación, el IES es obtenido por medio de un Levantamiento Visual Continuo (LVC), en todo el tramo. Al comparar los resultados obtenidos para los dos índices, considerando segmentos aproximados, fueron encontradas divergencias de conceptos en varias secciones. Por medio del IES se atribuyó al pavimento una peor condición de degradación. Mientras el IGG considero 48% de la extensión evaluada en estado Regular, 47% en Mal estado y solo 5% en Pésimo estado; El IES consideró 51,6% en Mal estado, 48,3% en Pésimo estado y solo 0,1% en estado Regular. Este hecho puede estar relacionado a una considerable subjetividad del método LVC. **Palabras-clave:** Evaluación funcional de pavimentos. Índice de gravedad global. Índice del estado de la superficie.

Résumé

Ce travail consiste à effectuer une analyse comparative de deux méthodes d'évaluation fonctionnelle des chaussées souples, qui ont été mises sur une intervalle de la route BR-116 dans l'Etat du Ceará. Les méthodes utilisées se basent sur l'exécution d'un inventaire de pathologies chez la surface de la route, avec l'objectif de calculer des indices qui attribuent au plancher des concepts de dégradation. Ceux sont: l'Indice de Gravité Globale (IGG) et l'Indice de l'État de la Surface (IES). L'IGG est obtenu par le classement et le comptage des présences et la mesure des flèches dans les voies de roue, dans des surfaces d'évaluation. Par d'autre côté, l'IES est obtenu par une Enquête Visuelle Continue (LVC), dans toute l'extension de l'intervalle. Quand on compare les résultats obtenus par les deux indices et en considérant des segments approximatifs, on a pu vérifier une divergence de concepts dans plusieurs sections. En utilisant l'IES une pire condition de dégradation a été attribuée au plancher. Alors que l'IGG a considéré 48% de la route examinée en état ordinaire, 47 % en mauvais état et seulement 5 % en trop mauvais état; l'IES a considéré 51,6 % en mauvais état, 48,3 % en trop mauvais état et juste 1% en état ordinaire. Cela peut être lié à une plus grande subjectivité de la méthode LVC.

Mots-clés: Évaluation fonctionnelle des planchers. Indice de gravité globale. Indice de l'état de la surface.

1 Introdução

O setor rodoviário brasileiro parece não receber a devida atenção de sua gestão pública, o que causa prejuízos ao país. Conforme pesquisa feita pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), por exemplo, o Brasil perde, anualmente, cerca de R\$ 3,8 bilhões com a exportação de soja e milho, devido às precárias condições das vias (CNT, 2015).

Além de possuir uma pequena extensão viária, grande parte da superfície dos pavimentos brasileiros encontra-se bastante degradada, com defeitos como trincas, buracos, afundamentos e ondulações. Uma das principais causas contribuintes para essa realidade é a falta de recursos para a execução de manutenções, sejam elas preventivas, sejam corretivas.

Alguns fatores preocupantes que têm influência no desgaste dos pavimentos são o crescente aumento da frota de veículos e o excesso de peso transportado por eles. Segundo relatório elaborado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças), o Brasil contava, em 2007, com uma frota relativa a automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus de 25.860.558, aumentando, sete anos depois, para 41.536.277, o que representa um crescimento de 60,6%. Essa frota circulante está concentrada em cinco estados brasileiros, que juntos respondem por 72,8% dos autoveículos que circulam pelo país, são eles: São Paulo (36,8%), Minas Gerais (10,4%), Rio de Janeiro (9%), Rio Grande do Sul (8,5%) e Paraná (8,1%) (SINDIPEÇAS, 2015).

A gerência de pavimentos é exercida por meio da execução de uma série de atividades interligadas, são elas: planejamento, projeto, construção, avaliação, manutenção e pesquisas sobre pavimentos. Um gerenciamento adequado deve ter como objetivo a construção de pavimentos com boas condições de conforto e segurança e a redução dos gastos com manutenção (DANIELESKI, 2004).

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

A serventia de um pavimento é a capacidade que ele possui de proporcionar aos usuários condições adequadas de rolamento, isto é, medida do nível de desempenho funcional de um pavimento (GONÇALVES, 1999). O processo de determinação da serventia é feito por meio de avaliações subjetivas ou objetivas. As avaliações subjetivas são embasadas na análise de um grupo de avaliadores, que percorrem o trecho sob estudo registrando suas opiniões sobre a capacidade do pavimento de atender às exigências do tráfego quanto à suavidade e ao conforto. As avaliações objetivas, por sua vez, são baseadas em parâmetros que representam as condições de superfície do pavimento. Esses parâmetros relacionam-se com uma série de índices, dentre eles estão o Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE), o Índice do Estado da Superfície (IES) e o Índice de Gravidade Global (IGG) (DNIT, 2006).

Há ainda as avaliações que visam ao conhecimento da capacidade estrutural do pavimento, por meio da compreensão das deflexões ou das condições de deformação, devido à ação das cargas impostas pelo tráfego. A medida das deflexões recuperáveis é feita por meio de equipamentos, os quais podem ser divididos em três tipos: vigas de deflexão, equipamentos dinâmicos de vibração e equipamentos dinâmicos de impacto. A viga *Benkelman*, o *Dynaflect* e o *Dynatest Falling Weight Deflectometer* (FWD) são, respectivamente, exemplos de cada um desses tipos de equipamento (DNIT, 2006).

A BR-116, uma rodovia de traçado longitudinal de grande extensão, por exemplo, apresenta-se passível de sofrer as patologias citadas devido ao intenso fluxo. Tendo início na cidade de Fortaleza, no Ceará, término na cidade de Jaguarão, no Rio Grande do Sul, e passando por dez estados brasileiros, a rodovia federal forma uma importante rota de transporte de cargas e de veículos, integrando as regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Tais características atribuem grande importância a essa via, a qual é a maior do país totalmente pavimentada.

Considerando o contexto acima detalhado, vê-se que é fundamental a aplicação de investimentos massivos na construção de novas rodovias, na manutenção das já existentes e, principalmente, na avaliação, pois é por meio desta que se detecta a necessidade de execução de serviços de manutenção. Desse modo, justifica-se a realização de uma avaliação das características funcionais dos pavimentos, a fim de determinar se as vias estão operando em condições satisfatórias; o que possibilitaria a alocação de recursos financeiros de forma mais eficiente, oferecendo à população maior conforto e segurança, reduzindo o número de acidentes e o custo operacional dos veículos.

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa funcional de um trecho da BR-116 no estado do Ceará, por meio do Índice de Gravidade Global (IGG) e do Índice do Estado da Superfície (IES). O levantamento do trecho foi realizado por uma empresa de engenharia especializada em projeto e consultoria de obras rodoviárias, e ocorreu de acordo com as normas de avaliação funcional de pavimentos flexíveis do DNIT. Os relatórios resultantes desse levantamento, fornecidos pelo órgão público, foram analisados com o objetivo de utilizar os dados coletados para calcular os parâmetros IES e IGG, que possibilitaram determinar a condição funcional do segmento avaliado. Por fim, realizou-se uma comparação entre esses dois índices.

2 Metodologia

2.1 Características do trecho

Interceptando 10 estados, a BR-116 é a principal rodovia brasileira e a maior totalmente pavimentada, possuindo um valor aproximado de 4.542 km de extensão. Essa rodovia longitudinal tem início na cidade de Fortaleza, no Ceará, e término na cidade de Jaguarão, no Rio Grande do Sul, fronteira com Uruguai (Figura 1).

Sob jurisdição do DNIT de Icó, o trecho escolhido para a realização da análise vai de Fortaleza (Avenida 13 de Maio) até a Divisa CE/PE, com subtrecho abrangendo desde a entrada da CE-273 (para o Açude Castanhão) até a entrada da CE-286 (para Ipaumirim), mais especificamente do km 286,50 ao km 424,80, totalizando 138,3 km (Figura 2).

O segmento em estudo possui pista simples com duas faixas de tráfego de sentido duplo e acostamento em ambos os lados. Em geral, cada faixa e cada acostamento têm, respectivamente, 3,5m, com revestimento variando entre concreto asfáltico e tratamento superficial duplo; e 2,5m, com revestimento do tipo tratamento superficial duplo. Apresenta ainda seções em corte, em aterro e seções mistas.

Figura 1 – Mapa de localização da BR-116



Fonte: Ministério dos Transportes (1990).

2.2 Inspeção visual

A vistoria dos segmentos rodoviários ocorreu por meio de avaliação objetiva da superfície, a qual teve como finalidade realizar um inventário das deteriorações existentes e, com base nesse inventário, calcular parâmetros que permitissem a execução de uma análise funcional do pavimento. Os parâmetros utilizados na análise foram o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice de Estado da Superfície (IES), cujas metodologias de obtenção estão detalhadas a seguir.

2.2.1 Índice de Gravidade Global (IGG)

Foram realizadas a contagem e a classificação de ocorrências aparentes, bem como a medida das deformações permanentes nas trilhas de roda, a fim de calcular o IGG, conforme a norma DNIT 006/2003 – PRO. O trecho em estudo foi dividido em 64 subtrechos homogêneos, cada um com 10 superfícies de avaliação, nas quais foi identificada e anotada a presença de qualquer ocorrência no pavimento. Foi também realizada a medida das flechas nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE), anotando o maior valor medido em cada trilha.

Encontraram-se fissura, trinca, afundamento, ondulação, desgaste, exsudação, remendo e panela. Tal fato pode ser verificado através de uma análise da Tabela 01, que mostra a frequência absoluta de cada patologia por subtrecho homogêneo. Com base nas informações contidas nessa tabela, percebe-se a maior presença de patologias no subtrecho homogêneo de número 36, que possui um total de 60 defeitos, levando em conta as 10 estações. Destes, 30 são fenda do tipo 1; 10 são fenda do tipo 2; 10 são desgaste; 10 são remendo. Enquanto os subtrechos 63 e 64 possuem o menor número de ocorrências, com uma frequência absoluta de 20 defeitos cada um, dos quais 10 são fissura e 10 são desgaste.

Tabela 01 – Frequência absoluta das patologias por subtrecho homogêneo (continua)

SUBTRECHO HOMOGÊNEO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA												
	FC-1			FC-2		FC-3		AF	O	P	EX	D	R
	FI	TTC	TLC	J	TB	JE	TBE						
	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	10	10	3	2	0	0	0	0	2	0	0	10	0
2	10	7	7	3	1	0	0	4	0	0	0	10	0
3	10	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	10	3
4	10	4	2	2	1	0	0	0	2	1	0	10	5
5	10	5	7	2	0	0	0	0	0	0	0	10	0
6	10	4	8	4	0	0	0	0	0	0	0	10	0
7	10	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
8	10	10	0	10	0	0	0	7	0	6	0	10	0
9	10	4	10	2	2	0	4	1	5	0	0	10	4
10	10	5	7	5	0	0	0	0	5	0	0	10	0
11	10	6	4	4	0	0	0	0	6	0	0	10	0
12	10	10	5	5	0	0	0	5	1	0	3	10	3
13	10	10	10	4	0	0	0	0	4	0	2	10	0
14	10	10	10	4	0	4	0	0	2	0	0	10	0
15	10	9	9	4	0	0	0	0	0	0	0	10	0
16	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
17	10	3	8	0	0	0	0	0	0	0	3	10	0
18	10	0	3	3	0	0	0	0	0	0	5	10	0
19	10	3	3	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0
20	10	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
21	10	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
22	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2
23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
24	10	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
25	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
26	10	8	5	3	0	0	0	0	0	1	0	10	3

Tabela 01 – Frequência absoluta das patologias por subtrecho homogêneo (conclusão)

SUBTRECHO HOMOGÊNEO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA												
	FC-1			FC-2		FC-3		AF	O	P	EX	D	R
	FI	TTC	TLC	J	TB	JE	TBE						
	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)	(5)	(6)	(7)	(8)
27	10	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6
28	10	10	8	3	0	0	0	0	2	0	0	10	4
29	10	10	10	8	4	0	0	0	0	0	0	10	5
30	10	6	7	6	0	0	0	0	0	0	0	10	10
31	10	10	10	2	0	0	0	0	0	2	0	10	8
32	10	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10	6
33	10	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5
34	10	4	4	7	0	0	0	0	0	0	0	10	6
35	10	5	3	6	0	0	0	0	0	0	0	10	5
36	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	10	10
37	10	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	10	6
38	10	9	4	5	0	0	0	0	0	0	0	10	4
39	10	3	6	6	0	0	0	0	0	0	0	10	4
40	10	3	3	4	6	0	0	0	0	0	0	10	5
41	9	5	7	4	2	1	0	0	0	3	0	10	8
42	10	5	7	5	1	0	3	0	0	0	0	10	9
43	10	10	5	8	4	0	0	0	0	0	0	10	10
44	10	10	10	6	5	1	0	0	0	0	0	10	7
45	10	8	9	3	0	0	0	0	0	0	0	10	5
46	10	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
47	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
48	10	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
49	10	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
50	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
51	10	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
52	10	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
53	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
54	10	6	6	1	0	0	0	1	0	0	0	10	0
55	10	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
56	10	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0
57	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
58	10	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
59	10	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
60	10	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	10	0
61	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
62	10	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
63	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
64	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

A Tabela 02 apresenta o número de estações nas quais ocorreu cada tipo de defeito, considerando a totalidade de estações inventariadas (640) e o respectivo percentual de ocorrência.

De acordo com a Tabela 02, é possível perceber uma maior incidência de desgaste, presente em 100% das estações inventariadas, seguido dos defeitos do tipo 1: fissura (99,80%), trinca transversal curta (62,19%) e trinca longitudinal curta (55,31%).

Tabela 02 – Incidência e percentual de ocorrência dos defeitos

Defeitos		Número de Estações com Defeito	Ocorrência (%)
FC-1	FI	639	99,84
	TTC	398	62,19
	TLC	354	55,31
FC-2	J	150	23,44
	TB	26	4,06
FC-3	JE	6	0,94
	TBE	7	1,09
AF		18	2,81
O		31	4,84
P		13	2,03
EX		23	3,59
D		640	100,00
R		144	22,50

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Já os defeitos de menor ocorrência foram: trincas tipo couro de jacaré, com (0,94%) e sem (23,44%) erosão nas bordas; trincas tipo bloco, com (1,09%) e sem (4,06%) erosão nas bordas; remendo (22,50%); ondulação/corrugação (4,84%); exsudação (3,59%); afundamento (2,81%) e panela (2,03%).

Utilizando as frequências relativas e os fatores de ponderação, calculou-se, para cada classe de patologias, o IGI. Em relação às trilhas de roda esse cálculo foi feito com base na média das médias e das variâncias. Para cada subtrecho, foi calculado o IGG somando os IGI. Baseado nos valores do IGG, foram atribuídos conceitos que refletem o grau de deterioração do pavimento.

As Tabelas 03 a 12 apresentam os valores do IGG e seu respectivo conceito para cada segmento homogêneo. Em virtude da grande quantidade de subtrechos, 64 no total, estão expostos nessas tabelas apenas os dez primeiros segmentos.

Tabela 03 – Determinação do IGG – Segmento 1

SEGMENTO Nº		1	ESTACA	286,5	à ESTACA	287,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		8	80	0,2	16
2	(FC - 2) J, TB		2	20	0,5	10
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		0		0,9	
5	O e P		2	20	1,0	20
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		0		0,6	
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	6
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	1			1,0	1
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			82
				Conceito:	RUIM	

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 04 – Determinação do IGG - Segmento 2

SEGMENTO Nº		2	ESTACA	287,01	à ESTACA	290,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		6	60	0,2	12
2	(FC - 2) J, TB		4	40	0,5	20
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		4	40	0,9	36
5	O e P		0		1,0	
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		0		0,6	
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	6
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	1			1,0	1
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			105
			Conceito:		RUIM	

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 05 – Determinação do IGG - Segmento 3

SEGMENTO Nº		3	ESTACA	290,01	à ESTACA	291,69
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		10	100	0,2	20
2	(FC - 2) J, TB		0		0,5	
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		0		0,9	
5	O e P		2	20	1,0	20
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		3	30	0,6	18
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	5
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	1			1,0	1
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			94
			Conceito:		RUIM	

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 06 – Determinação do IGG - Segmento 4

SEGMENTO Nº		4	ESTACA	291,69	à ESTACA	292,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		7	70	0,2	14
2	(FC - 2) J, TB		3	30	0,5	15
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		0		0,9	
5	O e P		3	30	1,0	30
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		5	50	0,6	30
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	5
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	0			1,0	0
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			125
					Conceito:	RUIM

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 07 – Determinação do IGG - Segmento 5

SEGMENTO Nº		5	ESTACA	292,01	à ESTACA	295,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		8	80	0,2	16
2	(FC - 2) J, TB		2	20	0,5	10
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		0		0,9	
5	O e P		0		1,0	
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		0		0,6	
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	6
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	1			1,0	1
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			62
					Conceito:	REGULAR

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 08 – Determinação do IGG - Segmento 6

SEGMENTO Nº		6	ESTACA	295,01	à ESTACA	298,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		6	60	0,2	12
2	(FC - 2) J, TB		4	40	0,5	20
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		0		0,9	
5	O e P		0		1,0	
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		0		0,6	
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	3			4/3	4
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	6			1,0	6
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			72
				Conceito:	REGULAR	

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 09 – Determinação do IGG - Segmento 7

SEGMENTO Nº		7	ESTACA	298,01	à ESTACA	301,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		10	100	0,2	20
2	(FC - 2) J, TB		0		0,5	
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		0		0,9	
5	O e P		0		1,0	
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		0		0,6	
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	6
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	1			1,0	1
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			57
				Conceito:	REGULAR	

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 10 – Determinação do IGG - Segmento 8

SEGMENTO Nº		8	ESTACA	301,01	à ESTACA	304,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		0		0,2	
2	(FC - 2) J, TB		10	100	0,5	50
3	(FC - 3) JE, TBE		0		0,8	
4	ALP, ATP		7	70	0,9	63
5	O e P		6	60	1,0	60
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		0		0,6	
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4			4/3	5
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	7			1,0	7
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			214
					Conceito:	PÉSSIMO

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016)

Tabela 11 – Determinação do IGG - Segmento 9

SEGMENTO Nº		9	ESTACA	304,01	à ESTACA	307,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR		3	30	0,2	6
2	(FC - 2) J, TB		3	30	0,5	15
3	(FC - 3) JE, TBE		4	40	0,8	32
4	ALP, ATP		1	10	0,9	9
5	O e P		5	50	1,0	50
6	Ex		0		0,5	
7	D		10	100	0,3	30
8	R		4	40	0,6	24
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	6			4/3	8
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	5			1,0	5
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =			179
					Conceito:	PÉSSIMO

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

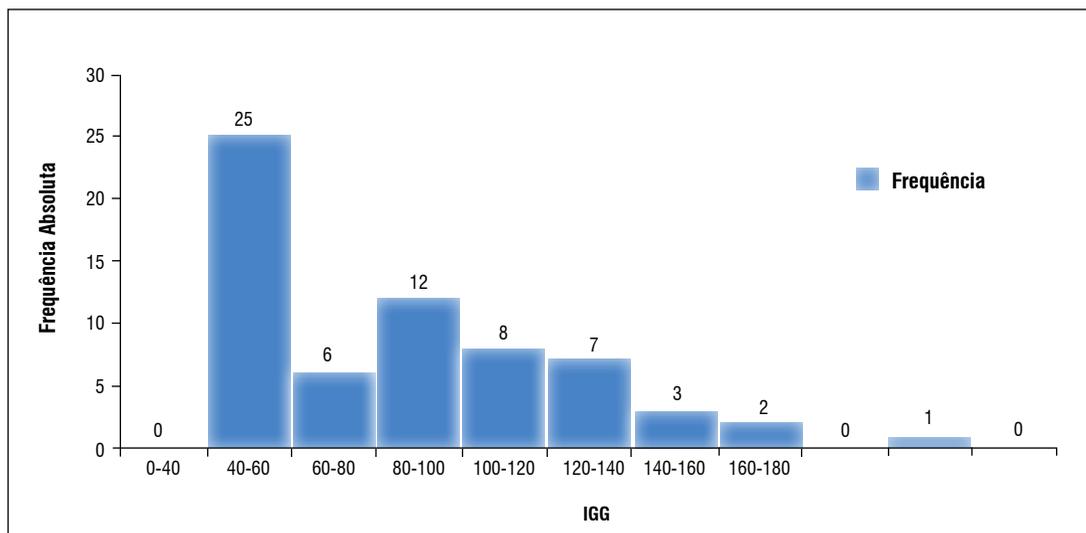
Tabela 12 – Determinação do IGG - Segmento 10

SEGMENTO Nº		10	ESTACA	307,01	à ESTACA	310,01
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	NI	FREQUÊNCIA RELATIVA	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	5	50	0,2	10	
2	(FC - 2) J, TB	5	50	0,5	25	
3	(FC - 3) JE, TBE	0		0,8		
4	ALP, ATP	0		0,9		
5	O e P	5	50	1,0	50	
6	Ex	0		0,5		
7	D	10	100	0,3	30	
8	R	0		0,6		
9	Média aritmética das flechas TRI e TRE (mm)	4		4/3	6	
10	Média aritmética das variâncias das flechas TRI e TRE (mm)	0		1,0	0	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		10	ÍNDICE DE GRAVID. GLOBAL (IGG) =		121	
			Conceito:		RUIM	

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Pode-se perceber, nas Tabelas 03 a 12, que nenhum dos dez segmentos apresenta IGG inferior a 40, isto é, não estão em boas condições de funcionamento. Apenas três segmentos apresentam conceito Regular, cinco apresentam conceito Ruim e dois apresentam conceito Péssimo. A condição de superfície das demais seções está presente na Figura 5.

A partir do total de segmentos homogêneos, obteve-se um IGG médio de 86,94 e um desvio padrão de 37,81, isto representa, de uma forma geral, um trecho com uma condição ruim de degradação. A divisão do desvio padrão pela média dos valores do IGG resulta em um coeficiente de variação de, aproximadamente, 43%. O alto coeficiente indica uma grande dispersão dos valores em relação à média, o que pode ser percebido pela existência de segmentos com índice igual a 50 e com índice igual a 214. O número de subtrechos homogêneos por classe de valores do IGG encontra-se no Figura 3.

Figura 3 - Número de subtrechos por classe de valores do IGG

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

2.2.2 Índice de Estado da Superfície (IES)

A avaliação ocorreu através de um levantamento visual contínuo (LVC), o qual forneceu subsídios para a determinação do ICPF, do IGGE e do IES. Para a realização do inventário, dividiu-se o trecho em 692 segmentos de 200 m, os quais foram percorridos e analisados de acordo com a norma DNIT 008/2003 – PRO.

A partir do LVC, foi estimada uma frequência para cada tipo de defeito. As ocorrências obtidas constam na Tabela 13, que compreende as patologias com suas respectivas frequências por seção levantada. Por meio dessa tabela é possível observar, por exemplo, a ocorrência de ondulações/corrugações em todos os segmentos, sendo, destes, 651 com frequência média e 41 com frequência alta.

Tabela 13 – Incidência e frequência por seção analisada

DEFEITOS	SEM DEFEITO	FREQUÊNCIA			TOTAL DE SEGMENTOS COM DEFEITO	
		B	M	A		
FC-1	0	0	357	335	692	
FC-2	J	579	110	3	0	113
	TB	674	18	0	0	18
FC-3	JE	681	11	0	0	11
	TBE	687	5	0	0	5
AF	665	20	7	0	27	
O	0	0	651	41	692	
P	684	7	1	0	8	
EX	689	3	0	0	3	
D	81	598	13	0	611	
R	434	166	39	53	258	
E	663	24	5	0	29	

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

A Tabela 14 apresenta as porcentagens de ocorrência de cada tipo de patologia em relação à totalidade do trecho avaliado.

Tabela 14 – Porcentagem de ocorrência dos defeitos em relação à extensão total do trecho avaliado

DEFEITOS	OCORRÊNCIA (%)	
FC-1	100,00	
FC-2	J	16,33
	TB	2,60
FC-3	JE	1,59
	TBE	0,72
AF	3,90	
O	100,00	
P	1,16	
EX	0,43	
D	88,29	
R	37,28	
E	4,19	

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Conforme o exposto nas duas tabelas anteriores, verifica-se a existência de mais de um defeito por seção, sendo os mais significantes as trincas isoladas e as ondulações/corrugações, pois estão presentes em 100% dos segmentos analisados. Em sequência, o desgaste mostra-se também bastante expressivo, aparecendo em 88,29% desses segmentos. Os defeitos menos ocorrentes foram remendo (37,28%), trinca interligada do tipo FC-2 (18,93%), escorregamento (4,19%), afundamento (3,90%), trinca interligada tipo FC-3 (2,31%), panela (1,16%) e exsudação (0,43%).

Utilizando as frequências dos grupos de patologias (trincas; panelas e remendos; deformações), foram determinados os seus índices de gravidade e os respectivos pesos. Calculou-se o IGGE somando os valores resultantes das multiplicações das frequências pelos pesos de cada grupo. Com base na avaliação do trecho, foi estimado um valor do ICPF para cada uma das seções. O IES foi então obtido em função do ICPF e do IGGE. As Tabelas 15 e 16 exibem, respectivamente, a determinação do IGGE e do IES com seu conceito correspondente. Devido à existência de 692 segmentos, tais tabelas possuem apenas informações referentes aos vinte primeiros.

Tabela 15 – Determinação do IGGE.

SEGMENTO		TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELAS+REMENDOS			IGGE
Nº	Extensão	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
1	0,20	74,00	0,65	48,10	41,00	0,70	28,70	0,00	0,70	0,00	76,80
2	0,20	62,00	0,65	40,30	39,00	0,70	27,30	0,00	0,70	0,00	67,60
3	0,20	72,00	0,65	46,80	40,00	0,70	28,00	0,00	0,70	0,00	74,80
4	0,20	72,50	0,65	47,13	42,00	0,70	29,40	0,00	0,70	0,00	76,53
5	0,20	73,00	0,65	47,45	39,00	0,70	27,30	9,00	1,00	9,00	83,75
6	0,20	68,00	0,65	44,20	40,00	0,70	28,00	1,00	0,70	0,70	72,90
7	0,20	79,00	0,65	51,35	43,00	0,70	30,10	2,00	0,70	1,40	82,85
8	0,20	63,00	0,65	40,95	41,00	0,70	28,70	0,00	0,70	0,00	69,65
9	0,20	73,00	0,65	47,45	33,00	0,70	23,10	0,00	0,70	0,00	70,55
10	0,20	68,50	0,65	44,53	44,00	0,70	30,80	0,00	0,70	0,00	75,33
11	0,20	74,00	0,65	48,10	38,00	0,70	26,60	0,00	0,70	0,00	74,70
12	0,20	72,00	0,65	46,80	41,00	0,70	28,70	0,00	0,70	0,00	75,50
13	0,20	72,00	0,65	46,80	41,00	0,70	28,70	0,00	0,70	0,00	75,50
14	0,20	74,00	0,65	48,10	37,00	0,70	25,90	0,00	0,70	0,00	74,00
15	0,20	66,00	0,65	42,90	40,00	0,70	28,00	0,00	0,70	0,00	70,90
16	0,20	67,00	0,65	43,55	33,00	0,70	23,10	0,00	0,70	0,00	66,65
17	0,20	70,00	0,65	45,50	44,00	0,70	30,80	0,00	0,70	0,00	76,30
18	0,20	68,00	0,65	44,20	45,00	0,70	31,50	0,00	0,70	0,00	75,70
19	0,20	74,00	0,65	48,10	45,00	0,70	31,50	1,00	0,70	0,70	80,30
20	0,20	62,00	0,65	40,30	34,00	0,70	23,80	0,00	0,70	0,00	64,10

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Tabela 16 – Determinação do IES

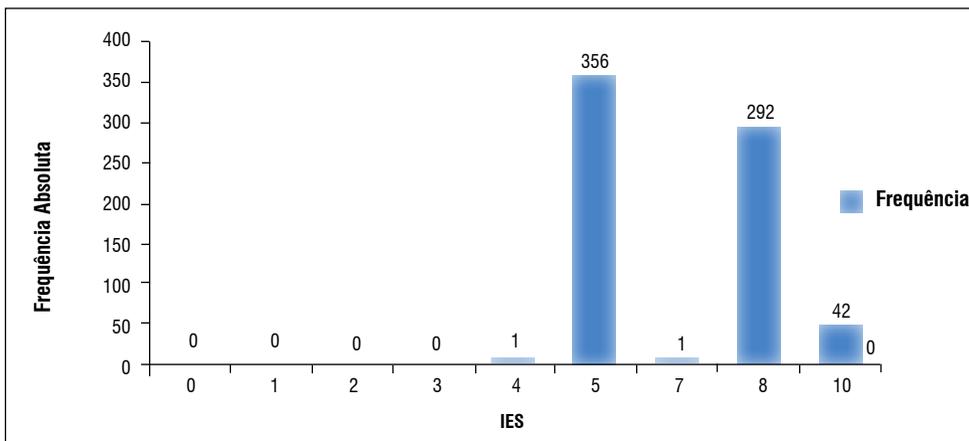
SEGMENTO		IGGE	ICPF	IES
Nº	Extensão			
1	0,20	76,80	1	8
2	0,20	67,60	1	8
3	0,20	74,80	1	8
4	0,20	76,53	2	8
5	0,20	83,75	2	8
6	0,20	72,90	2	8
7	0,20	82,85	2	8
8	0,20	69,65	1	8
9	0,20	70,55	1	8
10	0,20	75,33	1	8
11	0,20	74,70	1	8
12	0,20	75,50	1	8
13	0,20	75,50	1	8
14	0,20	74,00	1	8
15	0,20	70,90	1	8
16	0,20	66,65	1	8
17	0,20	76,30	1	8
18	0,20	75,70	1	8
19	0,20	80,30	2	8
20	0,20	64,10	1	8

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Conforme o exposto na Tabela 16, todos os primeiros vinte segmentos possuem IES igual a 8, isto é, estão em péssimo estado. A análise dos demais segmentos encontra-se no Figura 4.

Em relação à extensão total do trecho avaliado e considerando os dados provenientes do levantamento, obteve-se um IGGE médio de 57,94 e um ICPF médio de 1,39, o que corresponde a um IES igual a 5, evidenciando um estado de superfície ruim. O número de segmentos por valor do IES pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Número de segmentos por valor do IES



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

O ICPF possibilita uma descrição de medidas de restauração aplicáveis ao pavimento. Com base no valor médio desse índice (1,39), a rodovia necessita de recapeamento com correções prévias em áreas localizadas devido à existência de defeitos generalizados.

A solução adotada para o trecho foi a aplicação de microrrevestimento em áreas menos deterioradas, como as que possuem trincas isoladas e desgaste, visando à selagem das trincas e à restauração da aderência superficial. Em áreas com uma maior incidência de defeitos, realizou-se remoção mecanizada do material betuminoso, reciclagem da base com adição de brita, aplicação de concreto asfáltico e tratamento superficial duplo.

3 Análise dos resultados

A partir dos valores obtidos para os parâmetros calculados, uma análise comparativa entre o IES e o IGG foi realizada e expressa na Tabela 17, a qual possui valores dos dois índices para os primeiros sete subtrechos homogêneos, que correspondem a 73 segmentos do LVC. Por meio dessa comparação, é possível perceber a atribuição de diferentes conceitos para um mesmo subtrecho.

A Tabela 17, por exemplo, mostra que, enquanto o IGG atribui a quatro subtrechos uma condição de superfície Ruim e a três uma condição Regular; o IES atribui àqueles um conceito Péssimo e a estes um conceito Ruim, respectivamente.

Tabela 17 – Análise comparativa entre os valores do IES e do IGG (continua)

SEGMENTO				IES	CONCEITO	IGG	CONCEITO
Nº	km Início	km Fim	Extensão				
1	286,50	286,70	0,20	8	Péssimo	82	Ruim
2	286,70	286,90	0,20	8	Péssimo		
3	286,90	287,10	0,20	8	Péssimo		
4	287,10	287,30	0,20	8	Péssimo	105	Ruim
5	287,30	287,50	0,20	8	Péssimo		
6	287,50	287,70	0,20	8	Péssimo		
7	287,70	287,90	0,20	8	Péssimo		
8	287,90	288,10	0,20	8	Péssimo		
9	288,10	288,30	0,20	8	Péssimo		
10	288,30	288,50	0,20	8	Péssimo		
11	288,50	288,70	0,20	8	Péssimo		
12	288,70	288,90	0,20	8	Péssimo		
13	288,90	289,10	0,20	8	Péssimo		
14	289,10	289,30	0,20	8	Péssimo		
15	289,30	289,50	0,20	8	Péssimo		
16	289,50	289,70	0,20	8	Péssimo		
17	289,70	289,90	0,20	8	Péssimo		
18	289,90	290,10	0,20	8	Péssimo	94	Ruim
19	290,10	290,30	0,20	8	Péssimo		
20	290,30	290,50	0,20	8	Péssimo		
21	290,50	290,70	0,20	8	Péssimo		
22	290,70	290,90	0,20	8	Péssimo		
23	290,90	291,10	0,20	8	Péssimo		
24	291,10	291,30	0,20	8	Péssimo		
25	291,30	291,50	0,20	8	Péssimo		
26	291,50	291,70	0,20	8	Péssimo		

Tabela 17 – Análise comparativa entre os valores do IES e do IGG (conclusão)

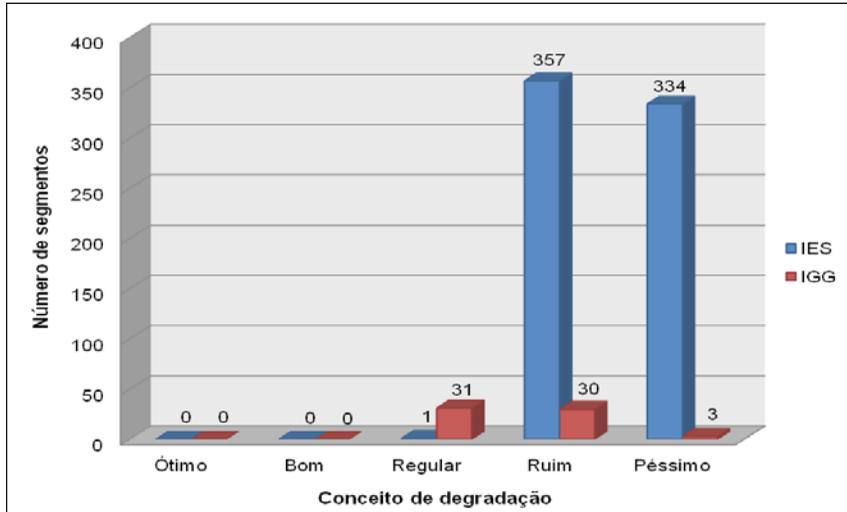
SEGMENTO				IES	CONCEITO	IGG	CONCEITO
Nº	km Início	km Fim	Extensão				
27	291,70	291,90	0,20	8	Péssimo	125	Ruim
28	291,90	292,10	0,20	7	Ruim		
29	292,10	292,30	0,20	4	Regular		
30	292,30	292,50	0,20	5	Ruim		
31	292,50	292,70	0,20	5	Ruim		
32	292,70	292,90	0,20	5	Ruim		
33	292,90	293,10	0,20	5	Ruim		
34	293,10	293,30	0,20	5	Ruim		
35	293,30	293,50	0,20	5	Ruim		
36	293,50	293,70	0,20	5	Ruim		
37	293,70	293,90	0,20	5	Ruim		
38	293,90	294,10	0,20	5	Ruim		
39	294,10	294,30	0,20	5	Ruim		
40	294,30	294,50	0,20	5	Ruim		
41	294,50	294,70	0,20	5	Ruim		
42	294,70	294,90	0,20	5	Ruim		
43	294,90	295,10	0,20	5	Ruim		
44	295,10	295,30	0,20	5	Ruim		
45	295,30	295,50	0,20	5	Ruim		
46	295,50	295,70	0,20	5	Ruim		
47	295,70	295,90	0,20	5	Ruim		
48	295,90	296,10	0,20	5	Ruim		
49	296,10	296,30	0,20	5	Ruim		
50	296,30	296,50	0,20	5	Ruim		
51	296,50	296,70	0,20	5	Ruim		
52	296,70	296,90	0,20	5	Ruim		
53	296,90	297,10	0,20	5	Ruim		
54	297,10	297,30	0,20	5	Ruim		
55	297,30	297,50	0,20	5	Ruim		
56	297,50	297,70	0,20	5	Ruim		
57	297,70	297,90	0,20	5	Ruim		
58	297,90	298,10	0,20	5	Ruim		
59	298,10	298,30	0,20	5	Ruim		
60	298,30	298,50	0,20	5	Ruim		
61	298,50	298,70	0,20	5	Ruim		
62	298,70	298,90	0,20	5	Ruim		
63	298,90	299,10	0,20	5	Ruim		
64	299,10	299,30	0,20	5	Ruim		
65	299,30	299,50	0,20	5	Ruim		
66	299,50	299,70	0,20	5	Ruim		
67	299,70	299,90	0,20	5	Ruim		
68	299,90	300,10	0,20	5	Ruim		
69	300,10	300,30	0,20	5	Ruim		
70	300,30	300,50	0,20	5	Ruim		
71	300,50	300,70	0,20	5	Ruim		
72	300,70	300,90	0,20	5	Ruim		
73	300,90	301,10	0,20	5	Ruim		

Fonte: Adaptada pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Em relação ao IGG, da totalidade de 64 subtrechos homogêneos analisados, apenas 3 apresentaram conceito Péssimo de degradação; 30, conceito Ruim; 31, conceito Regular. Já em relação ao IES, somente um segmento, dos 692 avaliados, está em condição Regular; 357, em condição Ruim; 334, em condição Péssima. Esses valores estão representados na Figura 5.

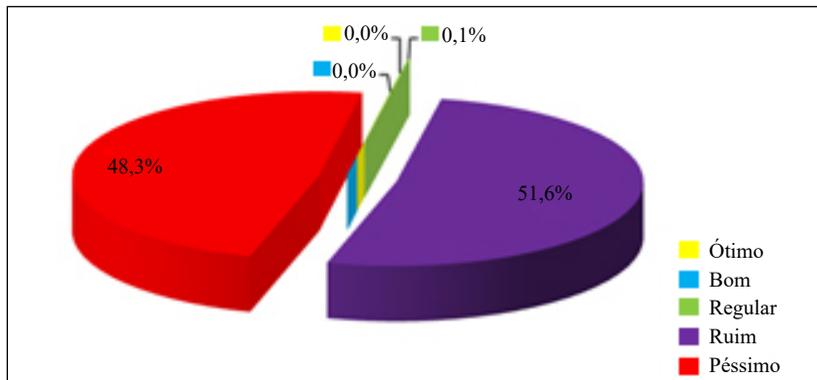
Como se pode verificar nas Figuras 6 e 7, o IES apresentou, para 51,6% do trecho, conceito Ruim; enquanto os 48,3% restantes apresentaram conceito Péssimo; 0,1%, equivalente apenas a 1 segmento, apresentou conceito Regular. O IGG, por sua vez, considerou somente 5% do trecho estava em estado Péssimo; 47%, em estado Ruim; 48%, em estado Regular.

Figura 5 – Condição do pavimento (Número de segmentos)



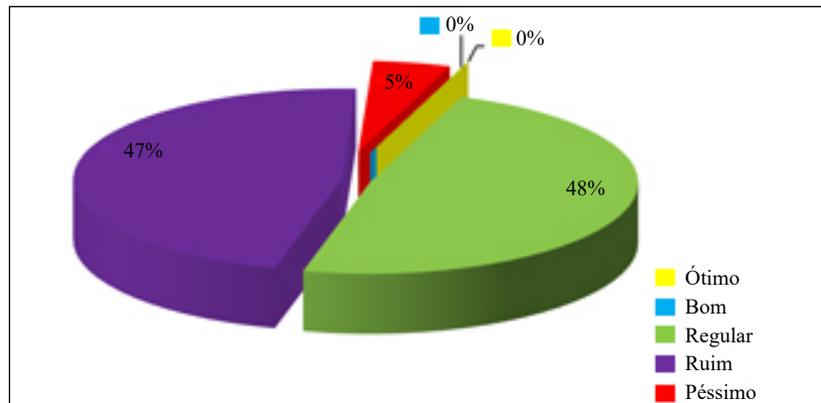
Fonte: Elaborado pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Figura 6 – Percentual de condição do pavimento – IES



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

Figura 7 – Percentual de condição do pavimento – IGG



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados fornecidos pelo DNIT (2016).

4 Conclusões

Em razão da grande importância do sistema rodoviário brasileiro, torna-se necessário fornecer aos usuários boas condições de trafegabilidade, com segurança e conforto. Devido principalmente às solicitações impostas pelos veículos e à ação climática, porém, pode ocorrer o aparecimento de algumas patologias, sendo imprescindível a execução de intervenções com a finalidade de restabelecer o desempenho funcional satisfatório do pavimento.

As avaliações objetivas ou subjetivas são realizadas com o objetivo de determinar a necessidade dessas intervenções, baseando-se na análise de um grupo de avaliadores ou no cálculo de parâmetros, em ambos os casos são atribuídos conceitos que atribuem grau de degradação ao pavimento. Tais ferramentas são essenciais para a manutenção rodoviária, permitindo um planejamento adequado.

Neste trabalho, aplicaram-se dois parâmetros como instrumentos de avaliação da superfície do pavimento de um trecho da BR-116, o IGG e o IES, para posterior comparação. Uma vez que a divisão do trecho em análise é realizada de forma diferente nos dois procedimentos, a comparação entre eles se deu levando em consideração segmentos aproximados.

Tendo por base as análises realizadas anteriormente, verificou-se a presença de diversas patologias, com destaque para fissuras, trincas isoladas, desgaste e, no caso do LVC, ondulações. Os métodos utilizados foram de baixo custo e de fácil execução.

Ao realizar uma comparação entre os conceitos dos dois índices, utilizando-se segmentos aproximados, observaram-se divergências em vários trechos. O IES pareceu indicar uma condição pior para o pavimento. Enquanto o IGG considerou 48% da extensão avaliada em estado Regular, 47% em estado Ruim e somente 5% em estado Péssimo; o IES considerou 51,6% em estado Ruim, 48,3% em estado Péssimo e apenas 0,1 em estado Regular. Essa diferença pode estar relacionada à maior subjetividade do método LVC.

A grande influência da opinião do observador pode contribuir para as discordâncias sobre o estado de superfície do pavimento. No momento do inventário, por exemplo, alguns defeitos podem ser cadastrados com uma frequência equivocada ou, até mesmo, nem serem identificados, devido à dificuldade de visualização decorrente de diversos fatores. O inventário pode ainda variar conforme a equipe que executa o levantamento, apesar de os avaliadores possuírem conhecimentos técnicos e de os critérios de avaliação serem normatizados.

Um mesmo defeito, portanto, pode ser caracterizado de modo diferente dependendo da pessoa que o está registrando; devido, por exemplo, à existência de incoerências nas normas brasileiras quanto à definição de algumas patologias, o que pode gerar dúvidas no momento do inventário. Além disso, os dois procedimentos utilizados não consideram a extensão de panelas e remendos, mas apenas as suas quantidades, podendo levar a distorções por não avaliarem a severidade.

Referências

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2015**: Relatório gerencial. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2015. *Color*; Mapas; Gráficos. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 27 jan 2016.

DANIELESKI, Maria Luiza. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos**: aplicação à rede viária de Porto Alegre. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia com ênfase em Transportes). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5789/000475665.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003 – PRO**: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 – PRO**: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O diagnóstico e a manutenção de pavimentos (Notas de aula)**. 1999.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Transportes no Brasil: síntese histórica**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/conteudo/54-institucional/136-transportes-no-brasil-sintese-historica.html>>. Publicado em: 13 out. 2014. Atualizado em: 12 nov. 2015. Acesso em: 17 fev 2016.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Relatório da frota circulante de 2015**. Disponível em: <http://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/R_Frota_Circulante_2015_vf.pdf> Acesso em: 12 fev. 2016.

Sobre os autores

Joyce Pascoal de Oliveira Silva

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Fortaleza - Unifor (2016).

Francisco Heber Lacerda de Oliveira

Doutor em Engenharia de Transportes pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, da Universidade Federal do Ceará - UFC. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Transportes, da Universidade Federal do Ceará - UFC. Affiliate Member in the American Society of Civil Engineers - ASCE. Tem experiência em Planejamento do Transporte Aéreo, Operação, Manutenção e Reabilitação de Infraestruturas Aeroportuárias, especialmente em pavimentos de pátios e de pistas de pouso e decolagem.

Carla Beatriz Costa de Araújo

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará - Unifor (2013) - Magna Cum Laude. Mestrado em Engenharia Civil - Área de Concentração: Geotecnia pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2015). Doutoranda em Recursos Hídricos na Universidade Federal do Ceará - UFC. Atuou na Empresa Arcadis Logos S/A como engenheira civil e coordenadora da equipe de gerenciamento do DRENURB (Programa Municipal de Drenagem Urbana de Fortaleza) e como professora na Universidade de Fortaleza no curso de Engenharia Civil e na pós-graduação. Atualmente é professora na Universidade Federal do Ceará no Campus de Crateús nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental.

Recebido em: 22.01.2018

Avaliado em: 02.10.2018

Aceito em: 03.10.2018