



Conservação de rodovias: estudo de caso nas rodovias federais da região de Campo Mourão-PR

Gabriela Elisa de Souza Maciel¹ Lucas Lauer Verdade² Fabiana Goia Rosa De Oliveira³

18 novembro 2017

Resumo – A presente pesquisa apresenta o estado de conservação das rodovias federais da região de Campo Mourão no estado do Paraná, que tem como início a explanação da malha rodoviária no estado e o entendimento dos conceitos de pavimento, sistema de gerência, análise funcional e estrutural que abrange métodos de avaliação, índice de irregularidade e equipamentos utilizados no país. As rodovias na região de Campo Mourão se caracterizam por possuir tráfego intenso, essencialmente, de veículos comerciais. A rede de pavimentos para a qual se fez o estudo é composta por quatro rodovias e está descrita com relação às características estruturais e funcionais dada pela norma brasileira regulamentada pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura em Transporte). O presente trabalho relata os principais defeitos encontrados nos pavimentos, através da aplicação das normas brasileira, utilizando-se de levantamento de campo e classificação das rodovias de acordo com o IGG. Os resultados dos levantamentos apresentados evidenciam a situação atual dos pavimentos.

Palavras-chave: defeitos. Pavimento. Avaliação. Sistema de gerência.

1. INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário no Brasil passou a ter grande importância da economia como principal meio de transporte de cargas do interior do país para os principais centros consumidores e exportação na década de 50, com a implantação da indústria automobilística. Porém, a ampliação da malha rodoviária ocorreu no governo Vargas, com a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) em 1937.

Após 30 anos de grandes investimentos em

infraestrutura houve uma estagnação que impediu a ampliação da rede e sua manutenção. Como resultado, em fins do século XX o setor rodoviário, o mais caro depois do aéreo, respondia por 65% do transporte de cargas e 92% do de passageiros.

Segundo o DEINT (2016), em setembro de 2014, o Brasil possuía 1,7 milhões de quilômetros de estradas, 12,9% de estradas pavimentadas, e 79,5% de estradas não pavimentadas que são divididas em rodovias municipais, estaduais e federais. Segundo Bernucci et al. (2010) e Nakahara (2005), os pavimentos não são concebidos para durarem eternamente, mas para um

¹ eng.gmaciel@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

² lucasverdade@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Apucarana, Apucarana, Paraná, Brasil.

³ fabianagoia@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.



determinado período de tempo ou “ciclo de vida”, com a falta de manutenção adequada o índice de serventia do pavimento é prejudicado, ocasionando diminuição do tempo de vida útil da rodovia.

Tal fator encontra-se às sucessivas crises políticas – econômicas vivenciadas pelo país, em que houve reversão das reservas de investimentos em infraestrutura. Segundo Albuquerque (2007), outro fator é a falta de planejamento e capacitação observada nos órgãos responsáveis pela manutenção da malha rodoviária.

De acordo com Duran (2015), os Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP) visam à obtenção do melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos seguros, confortáveis e econômicos aos usuários. Além disso representam a possibilidade de se avançar de um esquema de manutenção planejada, capaz de prolongar a vida útil e garantir padrões mínimos de serviço em toda a rede, ou seja, uma programação eficiente das atividades de manutenção e reabilitação, resultante de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), pode dar respostas às questões de como, quando e onde utilizar os recursos financeiros disponíveis.

Diante disso, o objetivo deste artigo é verificar a situação das rodovias federais na região de Campo Mourão/PR, a fim de avaliar os métodos de manutenção e reabilitação utilizados nas vias através de estudo de caso.

2 METODOLOGIA

Foi realizado o levantamento dos defeitos nas rodovias federais da região de Campo Mourão, com o auxílio do formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento presente na norma DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimentos.

As rodovias estudadas neste trabalho são as: BR-158/PR; BR-272/PR; BR-369/PR e BR-487/PR, que totalizam 177,4 km de malha rodoviária, apresentadas na Tabela 1 com suas extensões e o percentual da malha estudada.

Tabela 1 – Extensão das Rodovias estudadas na região de Campo Mourão

Rodovias	Extensão (km)	Percentual
BR-158	4,5	3%
BR-369	4,4	2%
BR-272	71,6	40%
BR-487	96,9	55%
Total	177,4	100%

O levantamento foi realizado através de visitas técnicas nas rodovias, identificando-se os defeitos compreendidos em todas as faixas de rolamento do trecho em questão, para a determinação das ocorrências aparentes nas superfícies dos pavimentos asfálticos e as deformações permanentes observadas nas trilhas de roda.

Para que a análise do pavimento fosse mais precisa, dividiu-se cada trecho de rodovia em subtrechos homogêneos (STH's), que são, por definição, segmentos dentro dos quais se espera um desempenho uniforme tanto para o pavimento existente como para o pavimento após a restauração.

De acordo com a NORMA DNIT 006/2003 – PRO e Barella (2008), essa avaliação consiste na observação dos defeitos existentes em estações de ensaios com seis metros de extensão e largura igual à seção da faixa de rolamento e determinação das flechas, em milímetros, nas trilhas de roda externa e interna nas mesmas. Ressalta-se que os seguintes tipos de defeitos foram considerados nas vistas técnicas:

- Tipo 1 – Trincas Classe 1 (FC-1) - FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR;
- Tipo 2 – Trincas Classe 2 (FC-2) – J e TB;
- Tipo 3 – Trincas Classe 3 (FC-3) – JE e TBE;
- Tipo 4 – Afundamento (ALP e ATP);
- Tipo 5 – Ondulação e Panelas (O e P);
- Tipo 6 – Exudação (EX);
- Tipo 7 – Desgaste (D);
- Tipo 8 – Remendos.

Para as rodovias em questão, o espaçamento entre a superfícies de avaliação foi de 20 metros ao longo do mesmo. Após os defeitos serem catalogados, foi calculado o IGG - Índice de Gravidade Global, TR % (porcentagem da área do pavimento que apresenta



trincas de classes 2 e 3) e o IRI (International Roughness Index) segundo as instruções da Norma DNIT 006/2003 – PRO, para assim classificar o estado das rodovias de acordo com a Tabela 2, que foi baseada nos limites contidos na norma brasileira. Ainda será apresentado pela letra “f” as flechas (mm) observadas em nos pavimentos.

Tabela 2 – Condições da superfície do Pavimento

Conceito	IRI (m/km)	IGG	TR
Ótimo	1-1,9	0-20	0-2
Bom	1,9 - 2,7	20-40	2-5
Regular	2,7 - 3,5	40-80	5-10
Mau	3,5 - 4,6	80-150	10-25
Péssimo	> 4,6	>160	>25

Fonte: Adaptado da Norma DNIT 006/2003 – PRO

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise do formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento identificou-se quais os defeitos que ocorrem nas rodovias de estudo de acordo com a classificação da norma DNIT 005/2003 – PRO, que estabelece vinte e um tipos de defeitos. Na Figura 1, expõe-se, de maneira comparativa, a quantidade de defeitos apresentados em cada rodovia com o número de defeitos identificados na norma DNIT 005/2003 – PRO.

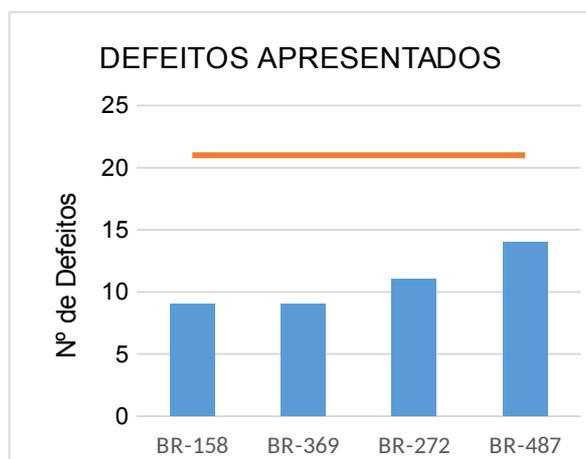


Figura 1 – Número de defeitos apresentado nas rodovias estudadas

Os defeitos encontrados em cada rodovia são apresentados resumidamente nas Figuras 2 e 3. A Figura 2 apresenta os tipos de defeitos e na Figura 3 aqueles defeitos que são observados em cada um dos

trechos analisados.

DEFEITOS				CODIFICAÇÃO	
FENDAS				FI	
Fissura					
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga.	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas		TTC
			Longas		TTL
		Longitudinais	Longitudinais curtas		TLC
			Longitudinais longas		TLL
Trincas Interligadas	Jacaré	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas			J
		Com erosão acentuada nas bordas das trincas			JE
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga.	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou			TRR
	Trincas Interligadas	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas		TB
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	
	OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP	
		da Trilha	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP	
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC	
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC	
Ondulação/Corrugação - Ondulações Transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O	
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E	
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX	
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D	
"Panelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P	
Remendos		Remendo Superficial		RS	
		Remendo Profundo		RP	

Figura 2 – Defeitos existentes

CODIFICAÇÃO	Rodovias			
	BR-158	BR-369	BR-272	BR-487
FI	X	X	X	X
TTC	X	X		X
TTL				
TLC				
TLL				X
J	X	X	X	X
JE	X	X	X	X
TRR				
TB	X	X		
TBE			X	X
ALP	X	X	X	X
ATP			X	X
ALC				X
ATC				X
O	X	X	X	X
E	X	X	X	X
EX			X	
D				
P			X	X
RS	X	X	X	X
RP				

Figura 3 – Defeitos apresentados nas rodovias em estudo



Todas as rodovias apresentaram fissuras, trincas isoladas tipo Jacaré sem e com erosão acentuada nas bordas das trincas, afundamento plástico local devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, ondulações/corrugações, escorregamento do revestimento betuminoso e remendos superficiais.

3.1 BR-158/PR

Mediante análise das variações dos parâmetros coletados ao longo do trecho, foram identificados 5 segmentos de comportamento homogêneo. O diagnóstico global dos pavimentos em questão foi elaborado com base nas condições estruturais, funcionais e de superfície do pavimento.

A condição de superfície do pavimento da pista estudada encontra-se, de modo geral, conforme descrito a seguir:

- Três segmentos, totalizando 1,94 km, apresentam conceito bom (IGG < 40);
- Dois segmentos homogêneos, totalizando 1,94 km apresentam conceito regular (20 < IGG < 80).

Tabela 3 – Característica funcional da BR-158/PR

Estacas		Parâmetros de Pesquisa		
Inicial	Final	IGG	f	TR
0	36	33	4	5
36	43	34	7	27
50	102	53	7	27
123	168	57	3	17
168	222	22	3	6



Figura 4 – Estado de conservação da BR-158/PR

Os resultados são apresentados na Tabela 3, com os segmentos homogêneos e seus parâmetros funcionais. Na Figura 4 apresenta-se a situação geral da rodovia em questão.

3.2 BR-369/PR

Através da análise das variações dos parâmetros coletados ao longo do trecho, foram identificados 5 (cinco) segmentos de comportamento homogêneo. O diagnóstico global dos pavimentos em questão foi elaborado com base nas condições estruturais, funcionais e de superfície do pavimento.

A condição de superfície do pavimento da pista estudada encontra-se, de modo geral, conforme descrito a seguir:

- Quatro segmentos, totalizando 2,78 km, apresentam conceito bom (IGG < 40);
- Um segmento homogêneo, totalizando 0,54 km apresentam conceito regular (20 < IGG < 80).

A verificação das alterações ocorridas no pavimento, apresenta-se na Tabela 4. Na Figura 5 apresenta-se a situação do pavimento.

Tabela 4 – Característica Funcional BR-369/PR

Estacas		Parâmetros de Pesquisa		
Inicial	Final	IGG	f	TR
0	36	33	4	5
36	43	34	7	27
50	102	53	7	27
123	168	57	3	17
168	222	22	3	6

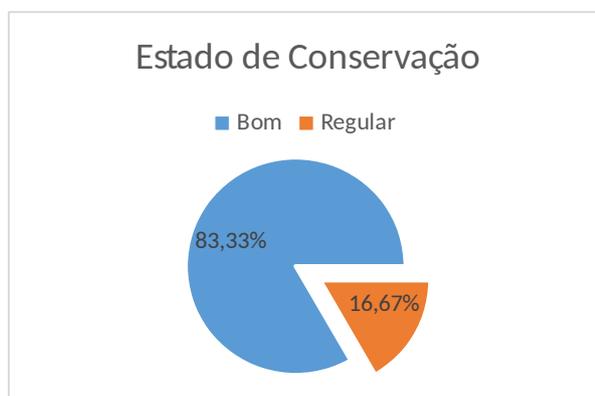


Figura 5 – Estado de conservação da BR-369/PR



3.3 BR-272/PR

O diagnóstico global dos pavimentos em questão foi elaborado com base nas condições estruturais, funcionais e de superfície do pavimento e encontra-se, de modo geral, conforme descrito a seguir. Na Tabela 5 são apresentadas as características funcionais no segmento urbano, em pista dupla, entre as estacas 0 e 117, os parâmetros funcionais avaliados.

Tabela 5 – Característica Funcional do segmento urbano na BR-272/PR

Estacas		Parâmetros de Pesquisa		
Inicial	Final	IGG	f	TR
0	109	22	10	1
109	117	17	11	0
0	117	51	12	15

A pista direita encontra - se em bom e ótimo estado de conservação, (IGG < 40); com trincamento inexpressível. Por sua vez, a pista esquerda apresenta-se sob conceito regular, (20 < IGG < 80) e trincamento baixo. Na Figura 6 apresenta-se o estado de conservação da pista da direita da BR-272/PR, visto que a conservação da pista da esquerda da BR-272/PR está 100% regular.



Figura 6 – Estado de conservação da pista da direita na BR-272/PR

O segmento urbano, em pista simples entre as estacas 117 e 152, encontra-se em péssimo estado, com estatisticamente 100% de área trincada e flecha de 11 mm.

O segmento rural pode ser descrito sucintamente como:

- Nove segmentos, totalizando 19,96 km, apresentam conceito regular (20 < IGG < 80); Trincamento médio de 40%, flechas inferiores a

7 mm;

- Seis segmentos homogêneos, totalizando 10,76 km apresentam conceito mau (80 < IGG < 150); com trincamentos médios da ordem de 80% e flechas superiores a 7 mm.

Para efeito de comparação e verificação das alterações ocorridas no pavimento, na Tabela 6 encontra-se o comparativo dos parâmetros funcionais avaliados.

Tabela 6 – Característica Funcional do segmento rural na BR-272/PR

Estacas		Parâmetros de Pesquisa		
Inicial	Final	IGG	f	TR
117	152	185	11	100
2000	2155	79	6	32
2155	2279	73	6	36
2279	2502	67	6	43
2502	2535	132	9	78
2435	2557	69	5	42
2557	2598	109	9	76
2598	2781	61	5	43
2781	3066	85	9	83
3066	3112	46	6	41
3112	3175	126	9	84
3175	3195	47	8	51
3195	3257	116	8	76
3257	3350	56	5	43
3350	3404	111	11	79
3404	3536	63	5	33

Na Figura 7 evidencia-se a situação do pavimento na BR-272/PR, cujo o pavimento possui 64% em estado regular de conservação.

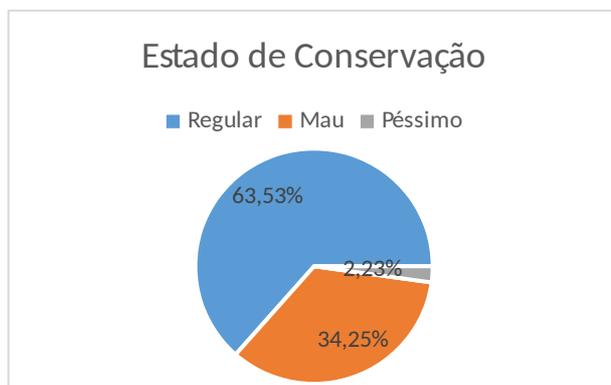


Figura 7 – Estado de conservação do segmento rural da BR-272/PR



3.4 BR-487/PR

O diagnóstico global dos pavimentos em questão foi elaborado com base nas condições estruturais, funcionais e de superfície do pavimento. A verificação das alterações ocorridas no pavimento, apresenta-se na Tabela 7.

A BR- 487 será dividida em dois segmentos, o primeiro denominado estrada da Boiadeira compreendido entre a estaca 0 e à estaca 1674, e o segundo segmento compreendido entra as estacas 1767 e 4843.

No segmento 1, a condição de superfície do pavimento da pista, estudada encontra-se, de modo geral, conforme descrito a seguir:

- Todos os 7 segmentos analisados, totalizando 33,48 km, apresentam conceito bom (IGG < 40).

Tabela 7 – Característica Funcional do segmento 1 da BR-487/PR

Estacas		Parâmetros de Pesquisa		
Inicial	Final	IGG	f	TR
0	11	8	4	0
11	69	15	3	0
69	488	18	5	1
489	874	21	4	0
874	939	20	4	0
939	1010	22	4	0
1012	1674	31	5	24

A partir do estudo constatou-se que o segmento 1 está em bom estado de conservação, apresenta-se na Figura 8 as condições do pavimento.

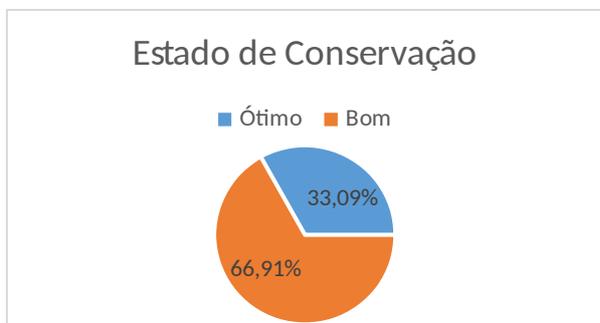


Figura 8 – Estado de conservação do segmento 1 da BR-487/PR

Em relação ao segmento 2, a condição de superfície do pavimento da pista a restaurar, encontra-se, de modo geral conforme descrito a seguir:

- Nenhum segmento apresenta conceito bom (IGG < 20);
- Vinte e Dois segmentos homogêneos, totalizando 9,86 km apresentam conceito regular (20 < IGG < 80);
- Quarenta e Três segmentos homogêneos, totalizando 27,4 km apresentam conceito mau (80 < IGG < 150);
- Quinze segmentos homogêneos, totalizando 17,6 km apresentam conceito péssimo (IGG > 150).

Na Figura 9 apresenta-se a relação porcentual dos conceitos aplicados no pavimento do segmento 2.

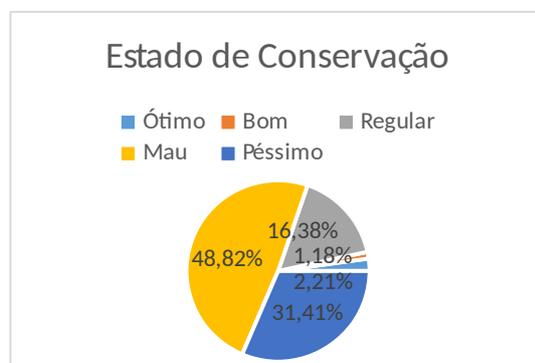


Figura 9 – Estado de conservação do segmento 2 da BR-487/PR

Na Figura 10 apresenta-se a média aritmética do estado geral da conservação da BR-487/PR, que possui 30% de sua extensão em um estado de mau conservação.

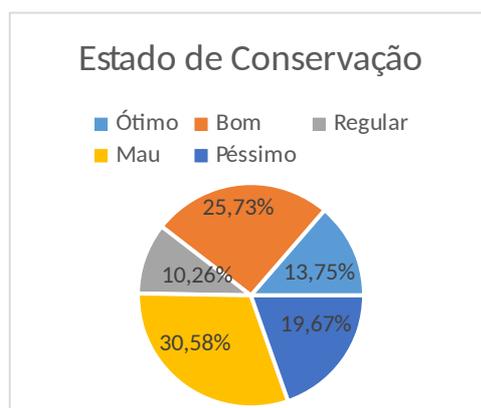


Figura 10 – Estado de conservação geral da BR-487/PR

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que: A BR -158/PR apresentou características funcionais consideradas entre bom a regular de acordo com o



IGG obtido, sendo necessária a restauração do pavimento a fim de prolongar a vida útil do pavimento.

As características funcionais da BR-369/PR apresentaram uma classificação de estado entre bom a regular de acordo com o IGG, apesar do elevado tráfego solicitante nesta rodovia.

O pavimento existente da BR-272/PR está em estado bom a regular de acordo com o IGG encontrado

Na BR-487/PR o pavimento está em estado mau a péssimo de acordo com o IGG calculado através método DNIT.

Com a ação do elevado tráfego da rodovia há um comprometimento global da estrutura do pavimento, a qual pode ser verificada pelo elevado número de patologias e afundamentos plásticos nestes segmentos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Fernando Silva. **Sistema de gerência de pavimento para departamento de estradas do nordeste brasileiro**. 2007. 303 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007

BARELLA, Rodrigo Maluf. **Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilômetros inerciais**. 2008. 362 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2008.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação Asfáltica** – Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2010.

DEINT, Departamento de Informações em Transportes. **Camada de Rodovias**. Plano Nacional de Viação Disponibilizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte. Região Sul. 2014. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/1-rodo/s-rodo.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2016.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 005/2003 – TER: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 006/2003 – PRO: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2003.

DURÁN, Jorge Braulio Cossío. **Sistema de gerência de pavimentos aeroportuários: estudo de caso no aeroporto estadual de Araraquara**. 2015. 204 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Área de Concentração em Infraestrutura de Transporte. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015.

NAKAHARA, Suyen Matsumura. **Estudo do desempenho de reforços de pavimentos asfálticos em via urbana sujeita a tráfego comercial pesado**. 2005. 306 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2005.



Highways conservation: a case study on federal highways in the Campo Mourão-PR region

Gabriela Elisa de Souza Maciel ⁴ Lucas Lauer Verdade ⁵ Fabiana Goia Rosa De Oliveira ⁶

18 novembro 2017

Abstract – This research presents the conservation status of federal highways in the region of Campo Mourão in the State of Paraná, which start the explanation of the highway system in the State and with understanding of the concepts of pavement, managessystem, structural and functional analysis that covers methods of evaluation index of irregularity and equipment used in the country. The highways in the region of Campo Mourão are characterized by heavy traffic, mainly of commercial vehicles. Flatwork for network which made the study consists of four highways and is described in relation to structural and functional characteristics given by the brazilian standard regulated by the DNIT (National Department of Transport Infrastructure). The present work reports the main defects found on pavements, by brazilian standards, using field survey and classification of highways according to the IGG. The results of the presented surveys show the current situation of floors that of conservation of the same.

Keywords: defects. Pavement. Evaluation. Management system.

Correspondência:

Lucas Lauer Verdade

Rua Marçílio Dias, 635. CEP: 86812-460. Apucarana, Paraná, Brasil.

Recebido: 30/10/2017

Aprovado: 18/11/2017

Como citar: MACIEL, Gabriela Elisa de Souza; VERDADE, Lucas Lauer; OLIVEIRA, Fabiana Goia Rosa De. (NBR 6023) Conservação de rodovias: estudo de caso nas rodovias federais da região de Campo Mourão-PR. **Syn. scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 12, n. 1, p. 196–203. 2017. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: "registro apenas quando a revista for depositada no portal do PERI"



Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença **Creative Commons** Atribuição 4.0 Internacional.

⁴ eng.gmaciel@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

⁵ lucasverdade@utfpr.edu.br, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Apucarana, Apucarana, Paraná, Brasil.

⁶ fabianagoia@gmail.com, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão, Campo Mourão, Paraná, Brasil.