

LEVANTAMENTO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) NO ACESSO SECUNDÁRIO AO CAMPUS DA URI SANTO ÂNGELO¹

Sabiana Gilsane Mühlen dos Santos²; Savio Romar Mühlen dos Santos³; Fábio Pereira Rossato⁴

¹ Trabajo de Investigación,

² Director de Proyecto, Graduando en Ingeniería Civil, sabianavonmuhlen@gmail.com

³ Integrante de Proyecto, Graduando en Ingeniería Eléctrica, savioeu@live.com

⁴ Integrante de Proyecto, Maestro en Construcción Civil y Pavimentación de carreteras, eng.fpr@outlook.com

Resumo

Para o desenvolvimento de uma região é crucial que as rodovias tenham uma boa qualidade funcional. Contudo, a realidade que se tem é pavimentos em processo de deterioração, resultado de tráfego que excede os limites de norma e a ação das intempéries a que ficam expostos. Há diversas possibilidades de intervenção para a restauração de um pavimento deteriorado. Para que isso ocorra da melhor forma possível é imprescindível a avaliação do pavimento analisado nesse procedimento. O presente estudo faz a avaliação de um trecho de pavimento no acesso secundário da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões com o cálculo do índice de gravidade global (IGG). Verificou-se a situação atual do pavimento e segundo a classificação da norma o trecho avaliado está em péssimo estado. Com os dados obtidos indica-se a fresagem e recapeamento do pavimento. Além disso, em vista dos defeitos identificados é recomendável uma análise estrutural para uma restauração mais eficiente do pavimento em questão.

Palabras Clave: *Pavimento – Avaliação funcional – Levantamento do índice de gravidade global.*

Resumen

Para el desarrollo de una región es crucial que las carreteras tengan una buena calidad funcional. Sin embargo, la realidad que se tiene es pavimentos en proceso de deterioro, resultado de tráfico que excede los límites de norma y la acción de las intemperies a que quedan expuestos. Hay varias posibilidades de intervención para la restauración de un pavimento deteriorado. Para que esto ocurra de la mejor forma posible es imprescindible la evaluación del pavimento analizado en ese procedimiento. El presente estudio hace la evaluación de un tramo de pavimento en el acceso secundario de la Universidad Regional Integrada del Alto Uruguay y de las Misiones con el cálculo del índice de gravedad global (IGG). Se verificó la situación actual del pavimento y según la clasificación de la norma el trecho evaluado está en pésimo estado. Con los datos obtenidos se indica el fresado y la recolección del pavimento. Además, en vista de los defectos identificados es recomendable un análisis estructural para una restauración más eficiente del pavimento en cuestión

Palabras Clave: *Pavimento – Avaliação funcional – Levantamiento do índice de gravidade global.*

1. Introdução

Considerando a quantidade de deslocamentos que transitam por meio do transporte rodoviário brasileiro, os pavimentos tem relevância imprescindível para a economia do país. Para tanto, percebe-se que é de suma importância o gerenciamento destes pavimentos visando manter a qualidade de rolamento, de conforto e segurança para os usuários (GUEDES, 2016; FERNANDES, 2017).

Constata-se com frequência a degradação precoce dos pavimentos novos e, ainda dos reabilitados, resultando na menor vida útil do que a estimada em projeto e dificuldade de tráfego. Isso se dá, em parte, devido a execução de projetos inadequados, muitas vezes sem um levantamento detalhado da situação do subleito e do pavimento (VIEIRA et. al, 2016).

Dessa forma, a análise dos defeitos de um trecho rodoviário, ou seja, o estudo do estado da superfície de um pavimento, assim como suas causas, permite a melhoria da qualidade do pavimento. Por meio da coleta de dados e sua avaliação sob a situação do pavimento pode ser retirado um parâmetro para obras de manutenção preventiva e corretiva (GUEDES, 2016).

Uma maneira de avaliação das condições funcionais do estado superficial do pavimento é o cálculo do índice de gravidade global (IGG). Com a distinção dos casos e sua subdivisão em classes, o IGG apresenta as diversas condições ao longo do pavimento que devem ser consideradas no projeto de restauração. Faz o diagnóstico dos defeitos com observações globais, discernindo as causas das patologias presentes a fim de levar ao mais adequado projeto de restauração (GUEDES, 2016).

A falta de planejamento apropriado e estratégias de manutenção no ciclo de vida dos pavimentos é uma barreira para a administração eficiente das redes de transporte, tanto de vias urbanas quanto em rodovias rurais. A aplicação de técnicas de avaliação deve ser economicamente viável para um efetivo diagnóstico da condição legítima dos pavimentos, com o intuito de avançar nos procedimentos de conservação (RODRIGUES, 2016).

Neste contexto, a presente pesquisa tem por objetivo a avaliação de um trecho do acesso secundário da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões-Campus Santo Ângelo (RS) por meio do Índice de gravidade global (IGG). Com o

emprego desse método fez-se a identificação do estado superficial de um pavimento asfáltico, confrontou-se os resultados encontrados durante o período de 1 ano e analisou-se a evolução da degradação do pavimento.

2. Revisão bibliográfica

Antes de se preocupar com a recuperação dos pavimentos é necessário saber a condição que o mesmo apresenta. Sobre essa perspectiva as avaliações funcionais e estruturais geram diretrizes gerais do estado atual do pavimento resultando no correto tipo de reabilitação a ser empregado (DONIN, 2015).

2.1 Avaliação Funcional de pavimentos

A avaliação funcional consiste em verificar a situação real da superfície do pavimento. Conta com o levantamento dos defeitos superficiais e das irregularidades aparentes ao longo do pavimento. Os defeitos principais considerados nesse tipo de avaliação são: as irregularidades longitudinais, área trincada e gravidade do trincamento e as deformações permanentes (DONIN, 2015).

Os defeitos funcionais podem ser a consequência de inúmeras falhas do processo construtivo ou do tempo de serviço do pavimento. A avaliação das condições de um pavimento pode ser considerada a partir de alguns parâmetros, sendo eles: o valor de serventia atual (VSA) faz uma avaliação subjetiva; o índice de gravidade global (IGG) faz uma avaliação objetiva e avalia a irregularidade longitudinal do pavimento, bem como o seu conforto; a avaliação da aderência pneu/pavimento, onde se considera o critério de segurança; e a avaliação das condições da sinalização, faz referência a retrorrefletividade e segurança no pavimento (NOBREGA, 2003).

2.1.1 Índice de Gravidade Global (IGG)

Para a análise objetiva do nível de deterioração de um pavimento a norma DNIT, 006/2003- PRO define o parâmetro IGG. Por meio do cálculo do Índice de Gravidade Global pode ser feita a classificação do estado geral da superfície de um pavimento em função dos defeitos identificados. A partir dessa análise se toma mais fácil saber as

condições do pavimento e decidir qual o tipo de restauração deve ser feito. Na tabela 1 está indicado os limites do IGG e seus conceitos.

Tabela 1- Conceito de degradação do pavimento em função do IGG.

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

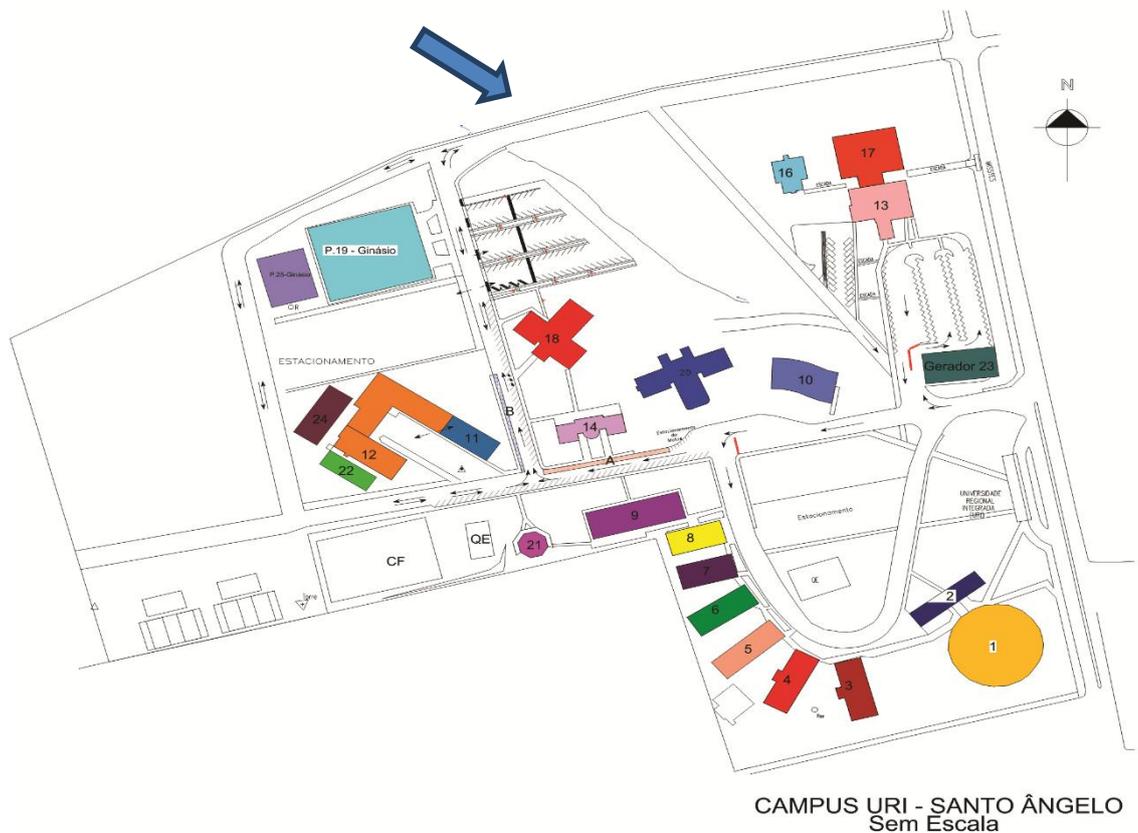
Fonte: DNIT, 006/2003 – PRO.

No cálculo do índice de gravidade global considera-se dez ocorrências, entre elas, defeitos individuais (trincas, afundamentos, corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panelas e remendos, e os demais são produto da mensuração das flechas nas trilhas de rodas.

3. Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido no acesso secundário à Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Santo Ângelo. Na figura 1 está indicada a planta baixa do Campus da Universidade com a sinalização do acesso secundário onde foi realizado o levantamento de IGG.

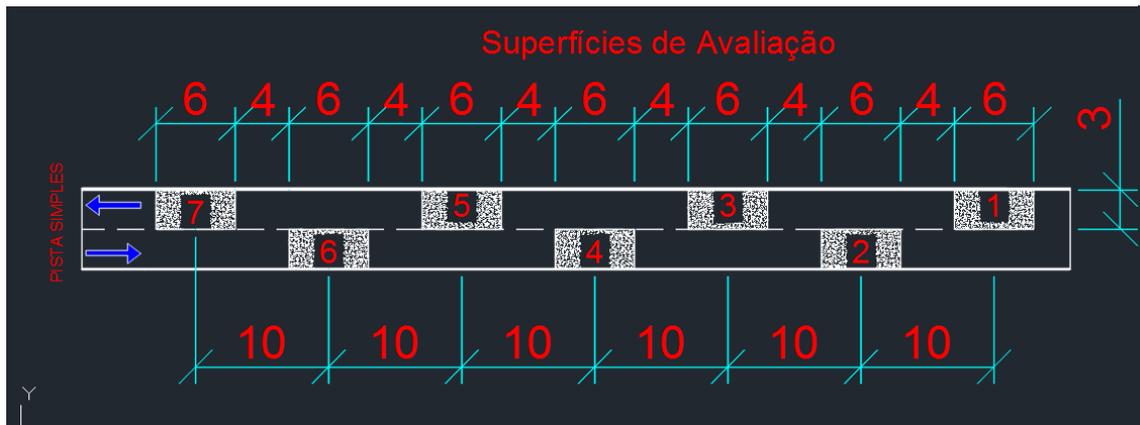
Figura 1- Planta Baixa do Campus da Universidade e seu respectivo acesso secundário



O desenvolvimento do levantamento é regido pela norma do DNIT 006/2003 – PRO – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento. Este documento fixa as condições exigíveis na avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos para inventário e classificação de ocorrências aparentes e deformações permanentes nas trilhas de roda.

Para a realização do levantamento, inicialmente, demarcaram-se as estações e a superfície a ser analisada no trecho, conforme indicado na figura 2. Por recomendação da norma regente, acima mencionada, deve-se adotar um espaçamento de 20,0 metros entre estacas. Entretanto, o sub-trecho verificado dispunha de uma extensão reduzida, e por isso foi adotado o espaçamento de 10,0 metros entre estações, totalizando 7,0 destas.

Figura 2- Superfícies de avaliação com as respectivas estações.



Fez-se a análise das estações demarcadas e quantificação dos defeitos presentes. Houve alternância entre as pistas, visto que a norma regente recomenda que, no caso de pista única, ambas as faixas devem ser analisadas, e não apenas a mais solicitada. Em seguida, realizaram-se as leituras das flechas da trilha de roda interna (TRI) e externa (TRE) em cada estação. Foram realizadas 3 leituras, em pontos distintos, e em seguida, foi calculada a média aritmética destas e anotada em planilha auxiliar, referente ao “Anexo B” da norma do DNIT.

Analizou-se o revestimento asfáltico delimitado pelas seções transversais avante e à ré da estação, e qualificou-se cada defeito e/ou deformação encontrada em planilha auxiliar indicada nos quadros 1 e 2, conforme Anexo B da norma.

Quadro 1- Inventário do estado da superfície do pavimento no segundo semestre de 2016 -Anexo B

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																								
RODOVIA: RUA ACESSO TECNO URI												OPERADOR:						FOLHA:						
TRECHO:												REVESTIMENTO TIPO:						ESTACA OU QUILOMETRO						
SUBTRECHO:												DATA: II semestre/ 2016						ESTACA OU QUILOMETRO						
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS						INTERLIGADAS		PLASTIC		CONSOLID		O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	TRI mm	IRE mm		
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC -2	FC -3	ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4										J 2
1	M		X	X		X	X		X	X					X		X			X		12,7	0	
2	M		X			X	X		X	X					X		X			X	X	8	0	
3	A/C			X		X			X	X					X		X			X	X	9,8	0	
4	A/C			X		X	X		X											X		3	0	
5	A/C			X			X							X						X		14,3	0	
6	A/C		X	X			X			X							X			X	X	10	0	
7	A/C			X		X	X		X											X		3	0	
																						60,8		

Quadro 2- Inventário do estado da superfície do pavimento no primeiro semestre de 2017- Anexo B

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																											
RODOVIA: RUA ACESSO TECNO URI												OPERADOR:						FOLHA:									
TRECHO:												REVESTIMENTO TIPO:						ESTACA OU QUILOMETRO									
SUBTRECHO:												DATA:						ESTACA OU QUILOMETRO									
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:		
			ISOLADAS							INTERLIGADAS			PLASTIC		CONSOLID		O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	TRI mm	IRE mm			
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2	FC - 3	J 2	TB 2	JE 3	TBE 3	ALP 4	ATP 4										ALC 4	ATC 4
1	M		X	X		X	X				X		X				X		X			X	X	17,7	0		
2	M		X		X						X		X				X		X	X			X	X	9,7	0	
3	A/C		X	X		X	X				X		X			X	X		X				X	X	15,3	0	
4	A/C		X	X		X	X				X					X							X		3	0	
5	A/C			X		X	X				X					X									16	0	
6	A/C		X	X		X	X						X										X	X	13	0	
7	A/C		X	X		X	X				X					X							X		3	0	

Ao fim do levantamento, desenvolveram-se os cálculos necessários para os dados observados nas 7,0 estações, com base na planilha que consta no “Anexo C” da norma regente. Todas as estações analisadas apresentaram seção mista de corte e aterro.

3 Resultados e discussões

Foi observada a evolução dos defeitos do pavimento pelo período de um ano. O registro da estaca 4 apresentou os seguintes itens: fissuras isoladas (FI), trincas transversais curtas (TTC), trincas longitudinais curtas e longas (TLC, TLL), classificadas como FC-I; trincas interligadas do tipo couro de jacaré (J), classificadas como FC-II; desgastes (D) e trilha de roda interna (TRI). Nenhuma das estações apresentou trilha de roda externa (TRE), ondulação (O) trincas por retração térmica (TRR) ou afundamento plástico trilha e local (ATP, ALP).

A figura 3 evidencia os defeitos encontrados durante o levantamento da Estaca 4 no primeiro semestre de 2017.

Figura 3 - Defeitos identificados na estação 4 do Acesso secundário da URI Campus Santo Ângelo



Fissuras isoladas



Trincas longitudinais longas



Trincas transversais curtas



Trincas longitudinais longas



Couro de Jacaré sem erosão



Afundamento consolidação trilha

A partir do levantamento de campo observou-se a frequência absoluta dos defeitos avaliados e obteve-se o índice de gravidade global do trecho. Nos quadros 3 e 4 estão indicados os resultados do segundo semestre de 2016 e do primeiro semestre de 2017, percebe-se a evolução do IGG do trecho avaliado

Quadro 3- Índice de Gravidade Global do trecho no segundo semestre de 2016

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data: Semestre II/ 2016	Folha:
TRECHO: Acesso Secundário URI - Campus Santo Ângelo						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB -TRECHO: REVESTIMENTO TIPO:							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta (fa) Levantamento	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa (fr) (Fa/N)x100	Fator de ponderação (fp) Tabelado	Índice de gravidade individual (IGI) $F_r \times F_p$	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	7	1	14,3%	0,2	2,9	
2	(FC - 2) J, TB	5	2	28,6%	0,5	14,3	
3	(FC - 3) JE, TBE	4	4	57,1%	0,8	45,7	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	4		57,1%	0,9	51,4	
5	O, P, E	4		57,1%	1,0	57,1	
6	EX	1		14,3%	0,5	7,1	
7	D	7		100,0%	0,3	30,0	
8	R	3		42,9%	0,6	25,7	
9	$F_m = (TRI + TER) / 2$ em mm	TRI m= 8,68571	TRE = 0,00	Fm = 4,342857	1 A (X) 1 B ()	5,79	
10	$F_v = (TRIV + TREV) / 2$	TRIV = 0	TREV = 19,34437	Fv = 9,672183	2 A (X) 2 B ()	9,67	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		7	∑ IND. GRAVID. IND. = IGG			249,75	
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30		2A) IGI = FV quando FV ≤ 50		Operador:		Conceito:	
				Cálculo:		PÉSSIMO	
1B) IGI = 40 quando F > 30		2B) IGI = 50 quando FV > 50		Visto:			

Quadro 4- Índice de Gravidade Global do trecho no primeiro semestre de 2017

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data:	Folha:
TRECHO: Acesso Secundário URI - Campus Santo Ângelo						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB - TRECHO: REVESTIMENTO TIPO:							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta (fa) Levantamento	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa (fr) (Fa/N)x100	Fator de ponderação (fp) Tabelado	Índice de gravidade individual (IGI) $F_r \times F_p$	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	7	0	0,0%	0,2	0,0	
2	(FC - 2) J, TB	6	3	42,9%	0,5	21,4	
3	(FC - 3) JE, TBE	4	4	57,1%	0,8	45,7	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	6		85,7%	0,9	77,1	
5	O, P, E	3		42,9%	1,0	42,9	
6	EX	0		0,0%	0,5	0,0	
7	D	6		85,7%	0,3	25,7	
8	R	4		57,1%	0,6	34,3	
9	$F_m = (TRI + TER) / 2$ em mm	TRI _m = 0	TRE = 11,10	$F_m = 5,55$	1 A (X) 1 B ()	$F_m \leq 30$ 7,40	
10	$F_v = (TRIV + TREV) / 2$	TRIV = 0	TREV = 37,04213	$F_v = 18,52106$	2 A (X) 2 B ()	18,52	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		7	\sum IND. GRAVID. IND. = IGG			273,06	
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30		2A) IGI = FV quando FV ≤ 50		Operador:		Conceito:	
				Cálculo:		PÉSSIMO	
1B) IGI = 40 quando F > 30		2B) IGI = 50 quando FV > 50		Visto:			

Após o preenchimento da planilha de cálculo do IGG, levando em consideração as frequências absolutas, absolutas consideradas e relativas, encontrou-se o valor para o IGG de 249,75 para o segundo semestre de 2016 e de 273,06 no primeiro semestre de 2017, através do somatório dos Índices de Gravidade Individuais (IGI) dos defeitos sinalizados. De acordo com a “**Tabela 2 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG**”, presente na norma regente do levantamento, o revestimento asfáltico foi classificado como péssimo, em vista de o valor encontrado superar 160. Percebe-se claramente o aumento de 8,54% do índice de gravidade global no decorrer de um ano. Isso se justifica devido ao tráfego intenso de ônibus e veículos no acesso da universidade, se nenhuma medida de gerenciamento e melhoria do trecho for tomada, a perspectiva futura é o aumento desse índice e danos cada vez maiores no pavimento.

3.1 Provável Solução

Em função da classificação do revestimento asfáltico obteve-se como resultado o conceito “péssimo”, sendo assim, é recomendável que seja realizada intervenção, devido

ao estado de conservação em que se encontra o pavimento. Foi possível identificar painéis e afundamentos de trilha de consolidação, onde nestes poderia ser aplicado um preenchimento superficial como solução emergencial (o que não seria a ação ideal nem definitiva). De acordo com a avaliação visual do trecho, os defeitos podem estar sendo ocasionados por problemas em todas as camadas do pavimento (base, sub-base), que para ser confirmado, deve-se realizar uma análise estrutural, aliada à visual.

Percebe-se que o pavimento em análise apresenta danos redundantes sendo recomendado a fresagem na atual camada de revestimento a fim de eliminar os defeitos identificados, e o posterior recapeamento. Contudo, para que se consiga tomar uma decisão mais acertada sobre a restauração a ser aplicada no trecho, faz-se necessário uma avaliação estrutural do mesmo. E a partir desta, calcular um provável reforço para a estrutura do pavimento.

Para um melhor desempenho deste durante a sua vida útil, é necessário que sejam realizados monitoramentos desde a aplicação da camada de asfalto (temperaturas de mistura e compactação, temperatura local no momento de aplicação, sobreposição de camadas de revestimento), passando pelas idades iniciais (com possíveis fissuras e deformações), até idades mais avançadas. A intervenção, assim que o problema é detectado, garante um melhor diagnóstico e também soluções mais simples e menos caras para a recuperação do pavimento, se comparadas a pavimentos que já se encontram bastante deteriorados.

Conclusão

Em suma percebe-se a importância das técnicas de avaliação, pois permitem um diagnóstico adequado da condição real do pavimento, bem como, sua ideal restauração. O levantamento de IGG se torna uma alternativa rápida e eficaz para identificar as patologias dos pavimentos e sugerir formas de reabilitação mais corretas para cada situação.

No presente trabalho, verificou-se a condição que o pavimento do trecho em estudo se encontra, podendo ser feita propostas de manutenção para melhorar a qualidade atual do local. Se a avaliação estrutural não for realizada, como é o caso deste levantamento que se caracteriza por uma análise funcional, a solução mais plausível é a restauração do pavimento com fresagem do revestimento existente e posterior recapeamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DONIN, Magnon. Revestimentos de pavimentos: estudo da aderência na aplicação de compósitos cimentícios de alto desempenho para recapeamento. 2015.

DNIT. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento DNIT – PRO – 006/2003. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2003.

FERNANDES, Fernando Manoel Lopes da Silva. **Software de gerenciamento de pavimentos aplicado a vias urbanas de cidades de pequeno a médio porte**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GUEDES, Luan Morais. **Determinação do índice de gravidade global (IGG) de trecho reconstruído da rodovia PB-111**. 2016.

NÓBREGA, Eduardo Suassuna. **Comparação entre métodos de retroanálise em pavimentos asfálticos**. Rio de Janeiro, 2003.

RODRIGUES, Elena; DA ROCHA VAZ, Leandro. **Avaliação objetiva de superfície asfáltica pela determinação do IGG na rua Padre Egídio Carmelink, Belford-Roxo, RJ**. Revista Univap, v. 22, n. 40, p. 491, 2017.

VIDEIRA, Fátima; SANTOS, Óscar; CAPITÃO, Silvino. **Proposta de Manual de Conservação de Pavimentos para Pequenas Redes Rodoviárias Municipais**. In: Artigo submetido ao 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa. 2016.

VIEIRA, Suyanne Alves; SANTO, Óscar; CAPITÃO; Silvino. **Análise comparativa de metodologias de avaliação de pavimentos através do IGG e PCI**. Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 3, p. 20-30, 2016.