

ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS ATRAVÉS DO IGG E PCI

SUYANNE ALVES VIEIRA¹, ANTONIO ADILSON EUFRASINO DE PINHO JÚNIOR², FRANCISCO HEBER LACERDA DE OLIVEIRA², MARCOS FÁBIO PORTO DE AGUIAR¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Departamento de Construção Civil

² Universidade de Fortaleza, Centro Ciências Tecnológicas
<suyanneav@hotmail.com> <engadilsonpinho@hotmail.com>
<heberoliveiracivil@hotmail.com> <marcosporto@ifce.edu.br>

DOI: 10.21439/conexoes.v10i3.799

Resumo. A determinação da condição de superfície de um pavimento asfáltico, bem como a análise dos tipos e causas de defeitos, é de grande importância para que sejam elaborados projetos adequados de conservação ou mesmo de recuperação das vias, de modo que os recursos financeiros empregados em serviços de manutenção de pavimentos sejam aplicados de forma criteriosa. Por este motivo, o presente artigo busca a aplicação e a análise de dois métodos de avaliação superficial de pavimentos flexíveis, o Índice de Gravidade Global (IGG) e o *Pavement Condition Index* (PCI), com intuito de destacar por meio de uma análise comparativa a importância técnica e prática dos métodos estudados em pavimentos flexíveis localizados no campus da Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Apesar da diversidade em relação a quantidades e tipos de defeitos adotados em cada método, na maior parte dos segmentos avaliados pelos dois métodos, o diagnóstico foi próximo, apresentando a classificação Bom e Regular, respectivamente. Porém, os dois procedimentos estão sujeitos a deixar de avaliar defeitos importantes, constatando-se que o método do PCI mostrou-se mais completo e apropriado.

Palavras-chaves: Pavimento. Avaliação superficial. Índice de Gravidade Global. *Pavement Condition Index*

Abstract. The determination of the condition of the surface of an asphalt pavement, as well as analysis of their faults and causes, is of great importance in that they are developed appropriate conservation projects or even recovery of the tracks, so that the financial resources employed in services maintenance of pavements are applied carefully. For this reason, the present article the application and evaluation of two methods for superficial evaluation of flexible pavements, the Global Severity Index (IGG) and the Pavement Condition Index (PCI), in order to highlight through a comparative analysis technical and practical importance of the methods studied in flexible pavements located on the campus of the University of Fortaleza - UNIFOR. Despite the diversity in relation to quantities and types of defects used in each method, in most segments evaluated by two methods (IGG and PCI), the diagnosis was close, with the classification Good and Regular and, respectively. However, both procedures are subject to fail to assess major defects is verified that the method of PCI was more complete and appropriate.

Keywords: Pavement. Superficial evaluation. Global Severity Index. Pavement Condition Index.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de métodos de avaliação da condição estrutural e funcional dos pavimentos, registros dos custos e dos serviços executados, além do desempenho dos pavimentos, está diretamente relacionada às obras prioritárias para a manutenção da rede viária. Um dos principais objetivos da utilização de métodos avaliativos e de manutenção preventiva de um pavimento é a obtenção do melhor retorno possível para os recursos investidos, provendo pavimentos seguros, confortáveis e econômicos aos usuários (FERNANDES JÚNIOR; ODA; SÓRIA, 1996). Além disso, tais métodos devem possibilitar a melhoria da condição dos pavimentos e a redução dos custos de manutenção e reabilitação, e dos custos de operação de veículos.

No entanto, tem-se constatado, frequentemente, a degradação precoce dos pavimentos reabilitados e, também dos novos, levando a vidas úteis menores, do que as inicialmente previstas, trazendo prejuízo ao estado e aos usuários. Isso ocorre, em parte, devido a aplicações de projetos inadequados para as vias, projetos que muitas vezes são elaborados sem um levantamento detalhado do pavimento ou da situação em que o terreno se encontra. Em alguns casos ocorre que os métodos de avaliação são utilizados de forma inadequada ou ineficiente na avaliação do pavimento.

Atualmente existem métodos de avaliação de pavimentos asfálticos que podem passar informações nas quais permitiram saber a real condição da superfície do pavimento asfáltico, e com esses resultados seriam utilizadas as melhores maneiras para que seja realizada uma ação preventiva ou mesmo uma restauração na via.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é a análise comparativa entre dois métodos de avaliação de pavimentos flexíveis, o Índice de Gravidade Global (IGG) e o *Pavement Condition Index* (PCI), com aplicação no campus da Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

Com a utilização desses métodos será possível determinar a condição de superfície de um pavimento asfáltico por meio da atribuição a indicadores reconhecidos que classificam seu estado geral, confrontar os resultados obtidos, permitindo observar as vantagens e desvantagens de cada um.

2 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Os pavimentos rodoviários representam um valioso patrimônio, cuja conservação e restauração oportunas são essenciais para a sua preservação. Qualquer interrupção ou redução na intensidade ou na frequência dos serviços necessários à manutenção desse patrimônio implica em

aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez mais vultosos para sua recuperação (DNIT, 2011).

O objetivo principal de um Sistema de Gerência de Pavimentos, ainda segundo DNIT (2011) é alcançar a melhor aplicação possível para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico.

2.1 Avaliação Superficial dos Pavimentos

A avaliação de pavimentos, de acordo com Haas e Hudson (1978), é uma das principais etapas de um Sistema de Gerência de Pavimentos, pois é por meio dela que se pode verificar se o pavimento necessita manutenção, reconstrução, se foi bem construído e se está atendendo às especificações para as quais foi dimensionado em projeto.

O objetivo principal da avaliação superficial, de acordo com Marcon (1996), é identificar os defeitos existentes. A caracterização dos defeitos é obtida por meio de três requisitos principais, sendo eles:

- a) Tipo do defeito: identificação do defeito e classificação conforme a sua origem (causa);
- b) Severidade: é o estágio atual da evolução do defeito, refletindo-se no estado de degradação da área do pavimento afetado pelo defeito;
- c) Dimensão dos defeitos: anotação da extensão ou área do pavimento afetada por cada tipo de defeito; em algumas metodologias é anotada diretamente a densidade de defeitos, representado a estimativa do percentual da área afetada por defeitos.

A avaliação da superfície consiste em aferir as condições funcionais e estruturais dos pavimentos por meio da identificação das patologias ou defeitos presentes na superfície do pavimento. É realizada por meio de procedimentos padronizados de medidas e inspeções.

Existem diversas metodologias desenvolvidas para a execução desta atividade, sendo utilizadas por órgãos rodoviários, urbanos e aeroportuários. A escolha de uma metodologia deve considerar as características e as peculiaridades dos pavimentos existentes na rede viária em estudo, bem como os objetivos a serem alcançados. De acordo com Marcon (1996), a eficiência destas técnicas é variável e depende principalmente do grau de detalhamento e do número de variáveis a levantar que, conseqüentemente, elevam os custos da avaliação.

DNIT (2003b) sugere dois procedimentos para a avaliação objetiva das condições de superfícies pavimentadas. O primeiro deles é uma avaliação baseada

num índice que expressa o estado geral de um pavimento em função da incidência de defeitos, o Índice de Gravidade Global – IGG, que caracteriza o grau de degradação superficial, resultante do levantamento dos defeitos da superfície, quantificando-os e classificando-os, incluindo a medição das profundidades dos afundamentos nas trilhas de rodas. O segundo procedimento visa avaliar a condição de superfície de pavimentos por meio de subtrechos homogêneos e é mais voltado para estudos e pesquisas para gestão de pavimentos.

Outro método utilizado, sobretudo nos Estados Unidos, para avaliação das condições de superfície é o Índice de Condição do Pavimento (Pavement Condition Index – PCI), de acordo com o United States of America Corp of Engineers (USACE, 1982). Foi primeiramente desenvolvido para pavimentos de aeroportos, e posteriormente ampliado para rodovias, ruas e estacionamentos, com base na experiência adquirida, na validação de campo e informações dos engenheiros especialistas do USACE. Esse índice se propõe a determinar o estado atual de um pavimento em termos de sua integridade estrutural e nível de serviço. Fornece, ainda, uma referência numérica para as quantidades, os tipos e as severidades dos defeitos identificados no pavimento inspecionado e, por sua vez, indica a condição do pavimento (OLIVEIRA, 2009).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo de caso, foi escolhida uma via interna que apresenta um grande fluxo de veículos diário e atende a várias áreas do campus da Universidade de Fortaleza – UNIFOR, perfazendo uma distância de aproximadamente 423 metros, que vai desde a entrada pela Avenida Dr. Valmir Ponte até a rotatória do estacionamento do Bloco M.

3.1 Método do índice de Gravidade Global (IGG)

Para a execução deste método, foi realizado um levantamento em campo da quantificação dos defeitos superficiais, conforme DNIT (2003b). O IGG foi determinado de forma amostral para algumas estações (ou áreas de trabalho) com área e distanciamento entre elas prefixados da seguinte forma: nas rodovias de pista simples, as estações deverão ser inventariadas a cada 20 m, alternados entre faixas, portanto, em cada faixa a cada 40m; nas rodovias de pista dupla, a cada 20 m, na faixa mais solicitada pelo tráfego, em cada uma das pistas. A superfície de avaliação corresponde a 3 m antes e 3 m após cada uma das estacas demarcadas, totalizando em cada estação uma área correspondente a 6 m de extensão e largura igual a da faixa a ser avaliada (DNIT,

2003b). A Figura 1 mostra um exemplo das estações em pista simples.

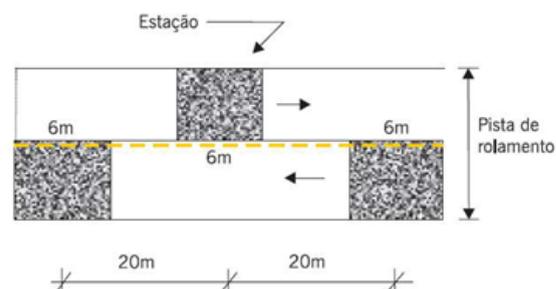


Figura 1: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos.

Fonte: Bernucci et al. (2010).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos levantamentos realizados em campo nas 20 (vinte) estações de trabalho estudadas.

Para cada uma das ocorrências inventariadas, o Índice de Gravidade Individual foi obtido por meio da fórmula 1, conforme DNIT (2003b):

$$IGI = f_r \times f_p \quad (1)$$

Onde:

f_r = frequência relativa;

f_p = fator de ponderação.

Para o cálculo do IGI dos afundamentos em trilha de roda, considera-se a média F dos afundamentos (a norma denomina flechas para os afundamentos nas trilhas de roda) e a média FV das variâncias das flechas de acordo com as fórmulas 2 e 3:

$$F = \left(\frac{\sum_i^j FRE + \sum_i^j FRI}{2} \right) \quad (2)$$

$$FV = \left(\frac{FRE_v + FRI_v}{2} \right) \quad (3)$$

Onde: FRE = flecha na trilha externa em milímetros de cada uma das estações do segmento; FRI = flecha na trilha interna em milímetros de cada uma das estações do segmento; i e j = primeira e última estação do segmento, respectivamente; F = média aritmética da média das flechas na trilha externa e da média das flechas na trilha interna do segmento; FRE_v = variância das flechas medidas na trilha externa do segmento, considerando todas as estações de i a j ; FRI_v = variância

Tabela 1: Planilha empregada para levantamento do estado de superfície segundo IGG.

Estação			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Faixa			D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	D	E	D	E
Configuração de Terraplanagem			C	C	C	C	C	C	C	C	SMC	C	C	C	C	C	C						
Tipo	OK	Sem defeito			X						X	X	X	X									X
1	F1	Fissuras																					
FCI	TTC	Trincas transversais curtas													X								
	TTL	Trincas transversais longas																					
	TLC	Trincas longitudinais curtas	X	X				X	X	X											X		
	TLL	Trincas longitudinais longas					X																
	TRR	Trincas isoladas retração	X																				
2	J	Couro de jacaré								X													
(FCII)	TB	Trincas em bloco																					
3	JE	Couro de jacaré com erosão																					
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão																					
4	ALP	Afundamento plástico local																					
	ATP	Afundamento plástico trilha																					
5	OK	Ondulação																					
	R	Panela				X																	
6	EX	Exsudação														X							
7	D	Desgaste				X	X										X	X		X	X	X	
8	R	Remendo							X														
	ALC	Afundamento consolidação local																					
	ATC	Afundamento consolidação trilha																					
	EX	Escorregamento																					
	TRI	Afundamento trilha externa (mm)	2	5	4	0	1	0	4	0	0	0	2	0	10	6	4	2	1	1	2	1	2
	TER	Afundamento trilha interna (mm)	3	3	9	0	1	0	3	0	1	0	0	0	6	8	11	2	2	1	1	0	4

das flechas medidas na trilha interna do segmento, considerando todas as estações de i a j ; FV = média da variância das flechas na trilha externa e da variância das flechas na trilha interna do segmento.

A partir do cálculo da média (F) e da variância (FV) das flechas aferidas das TRE e TRI, é que são definidos seus respectivos fatores de ponderação, conforme especificado a seguir:

- Para valores de média aritmética das medidas das flechas menor ou igual a 30, o fator de ponderação equivale a 4/3, acima de 30 o IGI é igual a 40.
- Para valores de média das variâncias das flechas menor ou igual a 50, o fator de ponderação é igual a 1, acima de 50 o IGI é igual a 50.

O Índice de Gravidade Global (IGG) é calculado pela seguinte expressão 4:

$$IGG = \sum IGI \quad (4)$$

Em que:

IGG = índice de gravidade global;

IGI = índice de gravidade individual.

Obtendo-se o valor de IGG, é possível estabelecer o conceito do pavimento por meio dos limites apresentados na Tabela 2, conforme DNIT (2003b).

Tabela 2: Condição do Pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG \geq 160$

Fonte: Adaptado de DNIT (2003b).

3.2 Método do Pavement Condition Index (PCI)

Este método segue USACE (1982) e estabelece que a avaliação da superfície pode ser realizada de forma contínua ou por amostragem. No levantamento realizado, o trecho foi dividido em segmentos com aproximadamente 225 m². Cada segmento foi inventariado identificando e registrando, manualmente em uma planilha, os tipos, as quantidades e severidade de cada defeito encontrado. Na Tabela 3, são apresentados, resumidamente, os tipos de defeitos considerados e a forma de medição.

O cálculo do PCI foi realizado a partir da equação matemática, como se segue em 5:

Tabela 3: Defeitos e forma de medir o PCI

Defeito	Forma de medição	Defeito	Forma de medição
1. Couro de Jacaré	área	11. Remendos	área
2. Exsudação	área	12. Agregado polido	área
3. Fissuras em blocos	metro	13. Painelas	unidade
4. Elevações / Recalques	área	14. Cruzamento ferroviário	área
5. Corrugação	área	15. Afundamento de trilha de roda	área
6. Afundamento Localizado	área	16. Escorregamento de massa	área
7. Fissuras de borda	metro	17. Fissuras devido ao escorregamento de massa	área
8. Fissuras por reflexão de juntas	metro	18. Inchamento	área
9. Desnível pavimento / acostamento	metro	19. Desgaste	área
10. Fissuras longitudinal e transversal	metro		

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{m_i} a(T_i, S_j, D_{ij}) F(t, q) \quad (5)$$

sendo:

p = número total de tipos de defeitos para o pavimento analisado;

i = contador dos tipos de defeitos;

m_i = número do nível de severidade para o i -ésimo tipo de defeito;

j = contador dos níveis de severidade;

$a(\cdot)$ = valor de dedução;

$F(t, q)$ = função de ajuste para defeitos múltiplos que varia com a soma dos valores de dedução e o número de deduções;

T_i = tipos de defeitos;

S_j = níveis de severidade;

D_{ij} = densidade.

Os defeitos identificados no campo foram transportados para uma planilha de cálculo de forma a se obter o valor do PCI. Os valores de dedução (a) e a função para ajuste de múltiplos defeitos (F), estão disponíveis graficamente sob forma de curvas nos manuais de USACE (1982).

Como ilustração foi utilizada a Figura 2, que corresponde às trincas couro de jacaré, que é um defeito associado à fadiga do revestimento asfáltico. Após, é necessário realizar o somatório desses valores deduzidos para se obter o Valor Deduzido Total – VDT, que é um valor estabelecido por USACE (1982) para cada tipo de defeito.

Posteriormente, ajusta-se, por meio de um gráfico específico exemplificado na Figura 3, o VDT para um

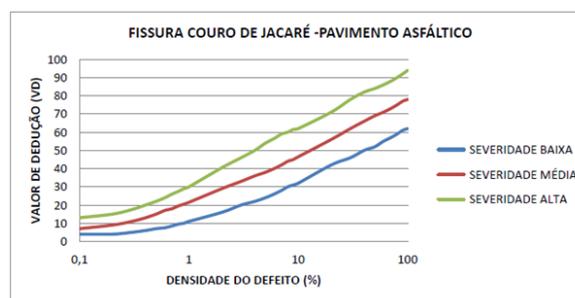


Figura 2: Curvas do valor de dedução para o defeito couro de jacaré.

Fonte: adaptado de USACE (1982).

Valor Deduzido Corrigido – VDC, sempre que a quantidade de Valores Deduzidos (q) for superior à classificação cinco.

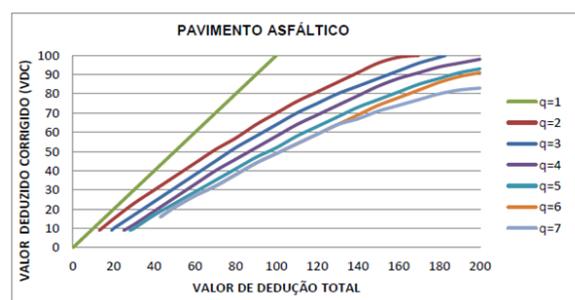


Figura 3: Correção do valor de dedução das curvas de pavimento asfáltico.

Fonte: adaptado de USACE (1982).

Após obter o VDC, obteve-se o valor do PCI por meio da equação 6:

$$PCI = 100 - VDC \quad (6)$$

em que:

PCI = índice de condição do pavimento;

VDC = valor deduzido corrigido.

No desenvolvimento do procedimento para determinar o Índice de Condição do Pavimento- PCI (USACE, 1982) foi adotada uma escala a fim de comparar diversos tipos de pavimentos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Condição do Pavimento em função do PCI.

PCI	Condição do Pavimento
100 - 86	Excelente
85 - 71	Muito Bom
70 - 56	Bom
55 - 41	Regular
40 - 26	Ruim
25 - 11	Muito Ruim
10 - 0	Péssimo

Fonte: Adaptado de Shahin (2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados levantados, os cálculos foram realizados para a determinação conceitual de degradação do pavimento.

Na aplicação do método IGG, como a pista estudada tinha variações na sua caixa (largura total da pista), teve que ser segmentado o método de aplicação, sendo a primeira etapa, que vai desde a estação 0 até a estação 12, uma aplicação em pista dupla, variando a cada 20 metros alternando entre as faixas, e a segunda etapa que vai desde a estação 13 até a estação 20, uma aplicação de pista simples, variando a cada 20 metros.

Para a obtenção dos dados referentes ao método IGG, foi realizada uma análise prévia de forma a subdividir a via em segmentos que possuam as mesmas características ou defeitos. Logo, neste caso, a área avaliada foi subdividida em dois segmentos, e desta forma avaliada como mostra na planilha de cálculo representada pelas Tabelas 5 e 6.

As Tabelas 5 e 6 mostram os valores encontrados para IGG do primeiro e segundo segmento que foram de 31,92 e 37,8, respectivamente, e realizando a média dos dois segmentos, encontra-se o valor do IGG de 34,65.

De acordo com DNIT (2003b), o valor encontrado de 34,65, classifica o pavimento com um conceito de

degradação Bom. O valor encontrado é reflexo da recente recuperação do pavimento, haja vista que apresenta poucos defeitos. Outro fator a se ressaltar é a deficiência no método em quantificar os defeitos levantados na pesquisa, fazendo com que a severidade do defeito não seja analisada de forma precisa.

Para o levantamento dos estudos do pavimento por meio do método do PCI foi necessário à marcação da área a ser analisada, como o método estabelece que seja demarcada uma área no total de 225 metros quadrados de forma alternada, e, levando-se em conta que a área total estudada apresenta aproximadamente 1.575,00 m², totalizando assim um total de quatro segmentos.

Para o cálculo do PCI, pelo método da USACE (1982), uma planilha eletrônica foi elaborada. Nesta planilha foram cadastradas as unidades de defeitos amostradas, os tipos de defeitos e o grau de severidade são identificados de acordo com os apresentados no manual do USACE (1982). Logo em seguida, quantificou-se os defeitos apresentando-os por meio da densidade da área afetada.

As Tabelas 7 e 8 mostram os resultados obtidos pelo método que se referem aos levantamentos do segmento 1. O mesmo procedimento foi utilizado para o levantamento e cálculo para a determinação de condição do pavimento para os demais segmentos.

Analisando os resultados, além de indicar um pavimento com poucos defeitos, não foi detectado nesse estudo nenhum defeito de alta severidade em todos os segmentos, o que se caso ocorresse iria acarretar em um pavimento muito deteriorado. Na maioria das áreas os defeitos do pavimento foram considerados de média severidade.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos neste trabalho discriminados por segmentos avaliados. De acordo com os valores de PCI apresentados na Tabela 9, o trecho estudado constitui-se de segmentos que apresentaram desde condição ruim a boa condição de pavimento, o que reflete na sua funcionalidade para com o usuário desta via.

Observando-se a aplicação dos dois métodos utilizados, pode-se fazer a comparação apresentada na Tabela 10.

Não foram detectados na avaliação do PCI os defeitos painelas, couro de jacaré e remendos. Neste caso, o IGG refletiu melhor a situação existente, pois alguns defeitos de grande importância ficaram fora das 4 amostras selecionadas aleatoriamente no método PCI.

De acordo com Aps, Balbo e Severi (1998), ambos os procedimentos estão sujeitos a deixar de avaliar defeitos importantes, seja devido ao espaçamento cons-

Tabela 5: Planilha de cálculo do IGI para segmento 1.

Tipo	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	(FCI)F, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	4	31%	0,2	6,15
2	(FCII)J, TB	0	0%	0,5	0,00
3	(FCIII)JE, TBE	0	0%	0,8	0,00
4	ALP, ATP	0	0%	0,9	0,00
5	O, P, E	1	8%	1,0	7,69
6	E	0	0%	0,5	0,00
7	D	2	15%	0,3	4,62
8	R	1	8%	0,6	4,62
9	$F = (TRI + TER)/2$	TRI = 2,15	TER = 2,00	F = 2,07692	0,52
10	$FV = (TRIv + TREv)/2$	TRIv = 8,81	TREv = 7,83	FV = 8,32	8,32
$IGI = (F \times 1/4)$ quando, $F \leq 30$		$IGI = FV$ quando, $FV \leq 50$			
$IGI = 40$ quando, $F > 30$		$IGI = 560$ quando, $FV > 50$		IGG =	31,92

Tabela 6: Planilha de cálculo do IGI para segmento 2

Tipo	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência relativa	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	(FCI)F, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	1	13%	0,2	2,50
2	(FCII)J, TB	0	0%	0,5	0,00
3	(FCIII)JE, TBE	0	0%	0,8	0,00
4	ALP, ATP	0	0%	0,9	0,00
5	O, P, E	0	0%	1,0	0,00
6	E	1	13%	0,5	6,25
7	D	5	63%	0,3	18,75
8	R	0	0%	0,6	0,00
9	$F = (TRI + TER)/2$	TRI= 2,38	TER= 3,63	F= 3	0,75
10	$FV = (TRIv + TREv)/2$	TRIv= 3,13	TREv= 15,63	FV= 9,13	9,13
				IGG =	37,38

Tabela 7: Planilha para cálculo do Segmento 1.

TIPOS DE DEFEITOS - PARA O SEGMENTO 1				
1. COURO DE JACARÉ		10. FISSURA LONGITUDINAL E TRANSVERSAL		
2. EXUDAÇÃO		11. REMENDOS		
3. FISSURAS EM BLOCO		12. AGREGADO POLIDO		
4. ELEVAÇÕES E RECALQUES		13. PANEAS		
5. CORRUGAÇÃO		14. CRUZAMENTO FERROVIÁRIO		
6. AFUNDAMENTO LOCALIZADO		15. AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA		
7. FISSURAS DE BORDAS		16. ESCORREGAMENTO DE MASSA		
8. FISSURAS POR FLEXÃO DE JUNTAS		17. FISSURAS DEVIDO A ESCORREGAMENTO DE MASSA		
9. DESNÍVEL DE PAVIMENTO / ACOSTAMENTO		18. INCHAMENTO		
		19. DESGASTE SUPERFICIAL		
TIPOS DE DEFEITOS EXISTENTES: QUANTIDADES E SEVERIDADES				
TIPO (EM METROS)	12	19	15	10
	2,3 x 0,6	3,2 x 1,2	5,6 x 0,3	2,5
QUANTIDADE E SEVERIDADE	1,8 x 0,7			1,7
	1,5 x 0,4			3,2
TOTAL	BAIXA			7,4
	MÉDIA	3,24	3,84	1,68
	ALTA			

Tabela 8: Planilha para cálculo do Segmento 1.

CÁLCULO DO PCI - PARA O SEGMENTO 1						
CÓDIGO DO DEFEITO	TIPO DE DEFEITO	SEVERIDADE	QUANTIDADE	DENSIDADE	VD	q
10	FISSURA LONGITUDINAL E TRANSVERSAL	ALTA	0,00	0,00	0,00	0
		MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0
		BAIXA	7,4	3,29	17,8	1
12	AGREGADO POLIDO	ALTA	0,00	0,00	0,00	0
		MÉDIA	3,24	1,44	23,20	1
		BAIXA	0,00	0,00	0,00	0
15	AFUNDAMENTO DE TRILHO DE RODA	ALTA	0,00	0,00	0,00	0
		MÉDIA	1,68	0,75	18,30	1
		BAIXA	0,00	0,00	0,00	0
19	DESGASTE SUPERFICIAL	ALTA	0,00	0,00	0,00	0
		MÉDIA	3,84	1,71	27,55	1
		BAIXA	0,00	0,00	0,00	0
TOTAL =					86,85	4
		q =	4			
		valor da dedução total =	86,85			
		valor de dedução corrigido (VDC) =	52,47			
		PCI =	47,53			
		CLASSIFICAÇÃO =	REGULAR			

Tabela 9: Classificação do trecho estudado de acordo com o método PCI.

	PCI	Conceito
Segmento 1	47,53	Regular
Segmento 2	61,29	Bom
Segmento 3	40,45	Ruim
Segmento 4	67,66	Bom
Média	54,23	Regular

Tabela 10: Análise comparativa entre os métodos IGG e PCI.

Método	IGG	PCI
Valor	34,65	54,23
Conceito	Bom	Regular
Número de amostras	21	4
Área amostral	20,64 m ²	225,0 m ²
Área total avaliada	408,0 m ²	900 m ²
Defeitos encontrados	Trincas transvesais curtas (FC1), trincas longitudinais curtas (FC1), trincas longitudinais longas (FC1), trincas isoladas (FC1), trincas couro de jacaré (FC2), afundamentos de trilha de roda, painelas, desgaste, remendo.	Agregado polido, desgaste, afundamentos de trilha de roda, fissuras longitudinal e transversal.

tante do método IGG ou a aleatoriedade da escolha de amostras método do PCI.

5 ANÁLISE CRÍTICA DAS METODOLOGIAS ABORDADAS

Este trabalho teve por objetivo principal analisar tecnicamente dois métodos de avaliação do pavimento, no caso o método do Índice de Gravidade Global – IGG (DNIT, 2003b) e o método do *Pavement Condition Index* – PCI (USACE, 1982), bem como sua importância para avaliar e conceituar o atual estágio em que se encontra o pavimento, utilizando como base as patologias existentes.

De um modo geral, foi explanado sobre a composição dos pavimentos, patologias de pavimentos e a importância que se faz presente as avaliações dos pavimentos para uma adequada solução e/ou manutenção periódica que deva vir a ser executada.

Em relação às tipologias de degradações do revestimento asfáltico, observou-se uma grande diversidade de defeitos adotados para cada método. Os métodos divergem na quantidade e nos tipos de defeitos, além das diferenças de nomenclatura para os defeitos com a mesma descrição de morfologia e gênese.

O método do Índice de Gravidade Global – IGG não define níveis de severidade para os defeitos, porém alguns tipos são diferenciados por características que denotam a severidade do defeito, como no caso das trincas tipo couro de jacaré, distintos pela presença ou não de erosão nos bordos.

Verificou-se também que alguns defeitos considerados nos métodos não são significativos nos pavimentos urbanos. No método do IGG são registradas separadamente as trincas que ocorrem nas bordas do pavimento. No meio urbano, em geral, os pavimentos são dotados de contenção lateral, localizada entre a pista de rolamento e o passeio público, reduzindo significativamente a incidência deste tipo de defeito. No método do *Pavement Condition Index* (PCI), as elevações e recalque são considerados um tipo único de defeito, porém estas desagregações possuem morfologia e gêneses distintas, além de necessitarem de tipos de serviços diferenciados.

Entre os dois modelos empregados para a determinação do Índice da Condição do Pavimento, constatou-se que o método do PCI mostra-se mais completo e apropriado, pois no cálculo são considerados os tipos de defeitos, os níveis de severidade, a área afetada, além da quantidade de defeitos existentes na seção avaliada. Porém os dois modelos apresentam defeitos em seus levantamentos, pois foram detectados alguns defeitos que não tinham como ser avaliados por meio de ambos os

métodos, como, por exemplo, a presença de um galho de árvore dentro da estrutura do pavimento, possivelmente, foi inserida durante a execução do serviço.

Constatou-se com os estudos que o pavimento analisado apresenta uma classificação ruim em uma de suas partes, o que não era esperado, pois o pavimento é de recente execução. Essas imperfeições fazem com que o conforto e a qualidade diminuam bastante, haja vista que o pavimento que acabou de ser construído ou reformado deveria estar em excelente condição de uso.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve certa dificuldade em ressaltar alguns defeitos encontrados nos pavimentos, pois os métodos não conseguem abordar 100% dos defeitos diagnosticados nos levantamentos realizados em campo. Mesmo assim, ficou claro que a existência desses defeitos afeta a qualidade da via, por mais que não esteja expressa nos métodos utilizados.

Confrontando os dois modelos foi possível verificar que o método do *Pavement Condition Index* – PCI apresenta uma melhor composição para a análise do pavimento, isso ocorre devido a forma como é abordado e o detalhamento exigido em seus cálculos, fazendo que o seu resultado seja mais preciso do que o do método do Índice de Gravidade Global – IGG.

Na prática, a aplicação dos dois modelos é viável, porém o método do IGG é mais fácil de utilizar devido à simplicidade na hora de executar o seu levantamento em campo, sendo essa sua única vantagem em relação ao método do PCI que não se trata de um procedimento trivial, necessitando de um maior aparato para que o levantamento seja feito de forma satisfatória, além de ter uma relativa demora na coleta de dados em campo.

Assim, o uso do IGG é mais indicado quando se necessita de uma avaliação imediata e em grandes extensões, funcionando como uma ferramenta para a alimentação de dados de um sistema de gerência a nível de rede. Já a aplicação do método PCI é mais adequado para trechos menores, quando se há a necessidade de o projetista quantificar o volume de tapa-buracos, as extensões de remendos localizados, pequenas áreas que necessitem de fresagem, dentre outros.

Conclui-se que os procedimentos para levantamento e os defeitos elencados são adequados à avaliação da condição superficial dos pavimentos urbanos e viável aplicação em nível de rede viária. É necessário, no entanto, aprimorar aplicação dos métodos com a inserção dos defeitos que não são computados para a análise mais precisa do método.

A via analisada foi escolhida devido ao seu grande fluxo de veículos diários e por ser uma via de grande im-

portância para a locomoção do trânsito dentro do campus. A metodologia estudada deveria ser aplicada a todas as vias da UNIFOR, pois com uma análise bem efetuada, os pavimentos da universidade teriam os dados necessários para que fossem efetuadas as manutenções e/ou reformas que possam vir a ser necessárias.

REFERÊNCIAS

APS, M.; BALBO, J. T.; SEVERI, A. A. Avaliação superficial de pavimentos asfálticos em vias urbanas utilizando o método do pci. In: ABPV. *REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO*, São Paulo, 1998. v. 31.

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

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

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

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

FERNANDES JÚNIOR, J. L.; ODA, S.; SÓRIA, M. H. A. Caracterização e levantamento das estradas municipais para fins de gerências de vias. In: ABPV. *REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA – RPU*. São José dos Campos, 1996. v. 7.

HAAS, R.; HUDSON, W. *Pavement Management Systems*. New York: McGraw-Hill, 1978.

MARCON, A. F. *Contribuições ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina*. Tese (Doutorado) — Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 1996.

OLIVEIRA, F. H. L. *Proposição de Estratégias de Manutenção de Pavimentos Aeroportuários Baseadas na Macrotextura e no Atrito: Estudo de caso do Aeroporto Internacional de Fortaleza*. Dissertação (Mestrado) — Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SHAHIN, M. Y. *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. second. New York: Chapman & Hall, 2005.

USACE. *Pavement Maintenance Management. Technical Manual – TM 5-623*. Washington: USACE, United State Army Corps of Engineers, Headquarters, Department of the Army, 1982.