

**31ª Reunião Anual de Pavimentação**

**São Paulo - SP**

**Outubro de 1998**

**AVALIAÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS  
EM VIAS URBANAS UTILIZANDO O MÉTODO DO PCI**

**Marcia Aps  
José Tadeu Balbo  
Andréa Arantes Severi**

# AVALIAÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EM VIAS URBANAS UTILIZANDO O MÉTODO PCI

Marcia Aps<sup>1</sup>  
José Tadeu Balbo<sup>1</sup>  
Andréa Arantes Severi<sup>1</sup>

## 1. Introdução

Estudos e técnicas tem sido desenvolvidos para a avaliação superficial de pavimentos asfálticos em rodovias no âmbito de agências viárias, institutos de pesquisas e empresas do setor. Alguns desses trabalhos, após consolidados, passam a ser normalizados ou recomendados pelos órgãos competentes, estabelecendo-se assim, índices de qualidade para a caracterização de vias pavimentadas.

Observa-se que o mesmo não ocorre no âmbito municipal, excetuando-se algumas cidades estrangeiras, com relação à adoção de normas e procedimentos recomendados pelos órgãos rodoviários, bem como, a geração de procedimentos específicos para vias urbanas ou a adaptação das normas já existentes e consagradas no meio rodoviário.

Sabendo-se que uma das grandes dificuldades do órgão municipal e dos técnicos da área de pavimentação urbana é a tomada de decisões quanto às vias prioritárias que serão contempladas no programa de manutenção, para que os escassos recursos sejam o melhor possível aproveitados, este trabalho apresenta uma aplicação prática de um método de avaliação superficial de pavimentos, o PCI - *Pavement Condition Index* (ou ICP - Índice de Condição do Pavimento), como ferramenta auxiliar na hierarquização de vias.

No Brasil, a avaliação superficial de pavimentos asfálticos é usualmente realizada seguindo a norma preconizada pelo DNER [3], pelo método do IGG - Índice de Gravidade Global. Buscou-se neste trabalho, a aplicação e a avaliação de um método pouco usual no País (o PCI), confrontando os resultados obtidos, com os valores de IGG, o que permitiu observar as vantagens, desvantagens e também realizar uma comparação qualitativa dos resultados.

---

<sup>1</sup> Laboratório de Mecânica de Pavimentos  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Transportes  
05508-900 Cidade Universitária - SP  
Fax: (011) 818-5716  
Fone: (011) 818-5306  
e-mail: mecpavlab@geocities.com  
<http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/6031/>

A aplicação prática dos métodos, foi realizada na Cidade de Santos, litoral do Estado de São Paulo, que possui uma área de 474,00 km<sup>2</sup>, sendo 434,60 km<sup>2</sup> na área continental e 39,40 km<sup>2</sup> situados na área insular. A população estimada é de 417.000 habitantes sendo 414.602 concentrados na área insular e 1498 habitantes no continente, ou seja 99,64% da população da Cidade de Santos ocupam 8,31% da área total do Município [7].

A malha viária da cidade de Santos, de acordo com levantamento realizado em 1993, pela Seção de Planejamento e Controle do Departamento de Vias Públicas, possui na área insular, excetuando-se os morros, aproximadamente, as extensões apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** Extensões das vias da Cidade de Santos - área insular (dados de 1993)

<b>Tipo de Pavimento</b>	<b>Extensão (km)</b>
Asfáltico (Zona Leste)	358,398
Asfáltico (Z. Noroeste)	92,520
Subtotal	450,918
Parelelepípedo	65,400
Sem pavimentação	14,340
<b>Total</b>	<b>530,658</b>

Os resultados deste artigo são parte de uma pesquisa em andamento, de avaliação superficial de pavimentos urbanos, onde outros métodos também são abordados, além daqueles aqui discutidos, em realização pelo Laboratório de Mecânica dos Pavimentos da Universidade de São Paulo.

## **2. Universo dos Levantamentos**

A pesquisa foi realizada na zona leste da cidade de Santos, onde foram selecionadas 10 vias, nesta análise preliminar, que após avaliadas superficialmente pelo método do IGG [3], resultaram em 19 segmentos homogêneos. O método do IGG não será descrito por ser um procedimento bastante conhecido no País.

Devido a falta de contagem de tráfego, foi utilizado para seleção das vias, o número de linhas de ônibus que circulam em cada rua, por ser o único dado disponível. Outro fator considerado na seleção das vias, foi a existência de avaliações estruturais realizadas em dezembro de 1996 com o equipamento FWD "Falling Weight Deflectometer". As vias selecionadas e suas características estão sintetizadas na Tabela 2. Após a seleção das vias e a divisão em segmento homogêneos foi aplicado o método PCI.

**Tabela 2** Vias selecionadas para o programa de avaliação superficial da Cidade de Santos - características e valores de IGG

								IGG		
Tipo De Via	Identificação do Logradouro	Extensão (m)	Largura Via (m)	Configuração da via	Nº de faixas	N. Linhas ônibus	Num. Seções	Valor	Conceito	
1	Avenida	Ana Costa	1800	10	2 vias canteiro central	3 faixas	10-19			
		segmento 1	640				16	88	Mau	
		segmento 2	400				10	37	Regular	
		segmento 3	200				5	68	Regular	
		segmento 4	200				5	44	Regular	
		segmento 5	360				9	58	Regular	
2	Avenida	Bartolomeu de Gusmão	300	10	2 vias canteiro central	3 faixas	20-31			
		segmento único	300				8	211	Péssimo	
3	Rua	Campos Mello	1670	9	via mão única	3 faixas	1			
		segmento 1	480				12	16	Bom	
		segmento 2	680				17	11	Bom	
		segmento 3	510				13	46	Regular	
4	Rua	Cóchrane, Dr.	900	8	via mão única	2 faixas	1			
		segmento 1	600				15	101	Mau	
		segmento 2	300				8	188	Péssimo	
5	Avenida	Moura Ribeiro, Dr.	800	8	2 vias c/ canal	2 faixas	2-9			
		segmento único	800				20	98	Mau	
		segmento único	800				20	192	Péssimo	
6	Rua	Ricardo Pinto	850	9	via mão única	3 faixas	-			
		segmento único FB/MDC	850				22	239	Péssimo	
7	Avenida	Saldanha da Gama, Alm	640	9	2 vias canteiro central	3 faixas	20-31			
		segmento único CC/C6	640				16	149	Mau	
8	Avenida	Saldanha da Gama, Alm	640	9	2 vias canteiro central	3 faixas	10-19			
		segmento único	640				16	134	Mau	
9	Avenida	Vicente de Carvalho	950	9	2 vias canteiro central	3 faixas	20-31			
		segmento 1	360					142	Mau	
		segmento 2	600					197	Péssimo	
10	Avenida	Wilson, Pres.	400	12	2 vias canteiro central	3 faixas	20-31			
		segmento único	400				10	103	Mau	

### 3. Método do PCI

Este método de avaliação de pavimentos é originário de um estudo desenvolvido por Shain [8] do CERL "Construction Engineering Research Laboratory", e publicado em julho de 1979 por meio do documento CERL-TR-M-268, pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos ESTADOS Unidos (USACE).

O método foi primeiramente desenvolvido para pavimentos de aeroportos [9], e posteriormente ampliado para rodovias, ruas e estacionamentos, com base na

experiência adquirida, na validação de campo e informações dos engenheiros especialistas do USACE.

Segundo Shain e Khon [9], o objetivo principal do método é obter um índice numérico qualificador da Condição do Pavimento (PCI), que retrate a condição do pavimento, fornecendo um padrão para:

- classificar a integridade estrutural e a condição operacional da superfície operacional dos pavimentos;
- determinar as necessidades de manutenção;
- determinar necessidades de reabilitação e prioridades, por meio de comparação do estado de diferentes trechos de pavimento;
- prever o desempenho do pavimento mediante determinação periódica do PCI.

Esse método foi desenvolvido para pavimentos asfálticos e de concreto de cimento Portland (simples e armado) para veículos de pneus e reboques, e tendo validado somente para vias de baixa velocidade. Neste trabalho será abordada somente a avaliação de pavimentos asfálticos.

Vários são os fatores, segundo Shain [8] que afetam a condição do pavimento, como os indicados abaixo:

- **a integridade estrutural**, ou seja, quão bem o pavimento permanece íntegro sob ação do tráfego;
- **a capacidade estrutural**, denotada a carga máxima que o pavimento pode suportar sem sofrer ruptura;
- **irregularidade superficial**, que denota a qualidade operacional do pavimento ;
- **a resistência à derrapagem** e o **potencial de hidroplanagem**;
- a necessidade de **manutenção**.

O método de determinação do PCI é apresentado nas etapas a seguir:

- Realiza-se uma inspeção cuidadosa de uma área de amostra selecionada (de aproximadamente 225 m<sup>2</sup>) a fim de identificar e anotar, em planilha apropriada, os tipos, as quantidades e severidade de cada defeito (exemplo no Anexo1).

A identificação e descrição de todos os tipos de defeitos que ocorrem em pavimentos, e a definição dos níveis de severidade (baixa, média e alta) de cada tipo de defeito e o critério de medição, estão dispostos na publicação *CERL-TR-M-268* em forma de catálogo [9]. Na Tabela 3 são apresentados, resumidamente, os tipos de defeitos considerados e a forma de medição.

**Tabela 3** Defeitos de pavimentos asfálticos e critério de medição

Defeito	Forma de medição	Defeito	Forma de medição
Couro de Jacaré	área	Remendos	área
Exsudação	área	Agregado polido	área
Fissuras em blocos	área	Panelas	unidade
Elevações / recalques	metro linear	Cruzamento ferroviário	área
Corrugação	área	Afundamento de trilha de roda	área
Afundamento Localizado	área	Escorregamento de massa	área
Fissuras de borda	metro linear	Fissuras devido ao escorregamento de massa	área
Fissuras por reflexão de juntas	metro linear		
Desnível pavimento/acostamento	metro linear	Inchamento	área
Fissuras longitudinal e transversal	metro linear	Desgaste	área

- O cálculo do valor do PCI é realizado por meio da equação (1), em função dos **tipos de defeitos**, da **severidade** de cada defeito e da **densidade** dos defeitos em percentagem da área total da seção avaliada, como se segue:

$$PCI = \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{mi} a(Ti, Sj, Dij) F(t.q) \right] \quad (1)$$

sendo:

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

*i* = contador dos tipos de defeitos;

*mi* = número de níveis de severidade para o *i*-ésimo tipo de defeito

*j* = contador dos níveis de severidade;

*a* ( ) = 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;

*Ti* = tipos de defeitos;

*Sj* = níveis de severidade;

*Dij* = densidade.

Os defeitos identificados no campo, conforme exemplo no Anexo 1, devem ser transportados para uma planilha de cálculo para obtenção do valor do PCI. Os valores de dedução (*a*) e a função para ajuste de múltiplos defeitos (*F*), estão disponíveis graficamente sob forma de curvas [9].

- Na sequência classifica-se o resultado obtido para o PCI por meio de uma escala graduada que permite a comparação entre diferentes pavimentos, com valores variando de 0 a 100, onde o valor máximo representa um pavimento em excelente estado de conservação, como apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4** Valores limites de PCI que definem as faixas de classificação

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

Um exemplo de planilha de cálculo, com o resultado do valor do PCI, é apresentado no Anexo 2. O processo deve ser repetido para todas as amostras selecionadas de um segmento de pavimento.

Este processo não é usualmente utilizado no Brasil, no meio rodoviário, porém é muito empregado em outros países, e deve ser melhor considerado em gerência de sistemas viários urbanos [1]. Mas vale ressaltar que sua aplicação já ocorre no País em sistemas de gerência de aeroportos [2].

O valor resultante do PCI é também empregado para a determinação do Índice de Prioridade, uma das melhores alternativas para gerência de pavimentos urbanos a nível de rede, de acordo com Fernandes e Bertolo [4], como na expressão matemática de Tavakoli [11] e no model de Sohail e Hudson [10].

#### **4. Procedimentos para Avaliação**

Os procedimentos básicos empregados na avaliação superficial dos pavimentos asfálticos nesta pesquisa foram os seguintes:

- a vistoria foi realizada a pé, caminhando ao lado da seção a ser avaliada;
- os tipos de defeitos observados foram registrados manualmente em planilhas apropriadas, sendo que no critério do PCI anotou-se também a severidade, extensão e quantidade de ocorrência de cada defeito;
- a avaliação foi realizada por amostragem;
- os resultados de campo foram transferidos para a planilha de cálculo, e os valores finais classificados de acordo com a escala oferecida por cada método.

Primeiramente avaliou-se cada via pelo o método do IGG e, após a execução dos cálculos e análises, dividiu-se as vias em segmentos homogêneos. De posse desses segmentos voltou-se ao campo e procedeu-se à avaliação dos mesmos trechos pelo método do PCI, sendo posteriormente realizados cálculos, tabulação de dados e análise dos resultados.

## 5. Resultados Obtidos

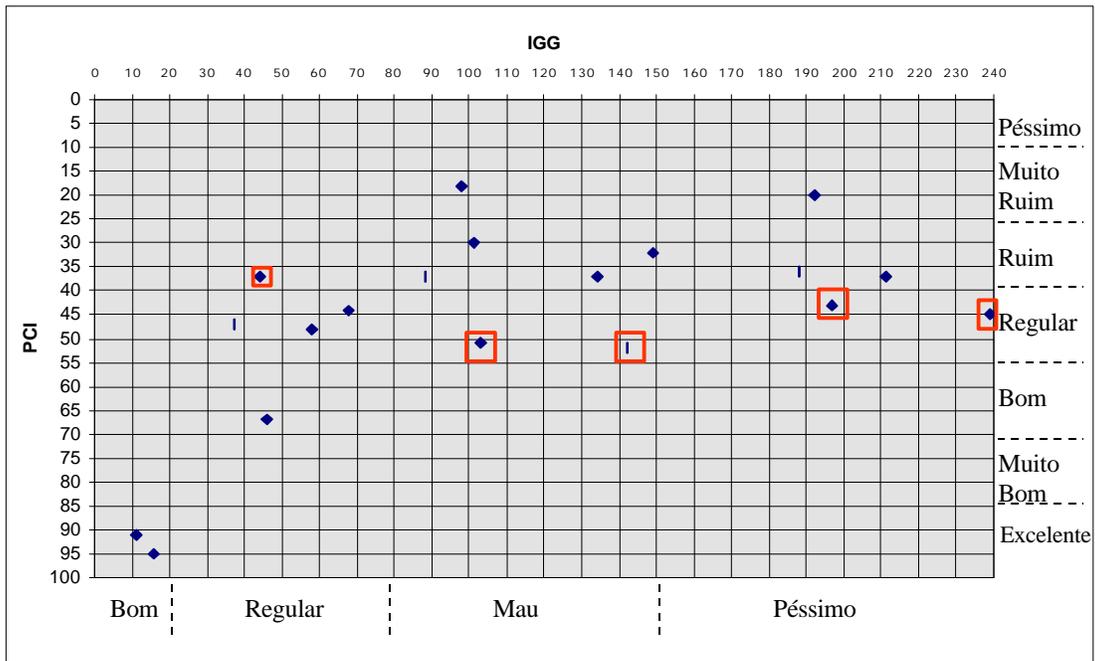
Os valores obtidos para o PCI nos segmentos homogêneos avaliados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** Resultados obtidos pelo método do PCI - Valores e Conceito

Tipo de Via	Identificação do Logradouro	Comp.	Larg. Via	Faixa Avaliada	PCI					
					Num. Seções	Amostras Aleatórias	Valor PCI	Conceito		
1	Avenida Ana Costa	1800	10	Faixa Central						
		segmento 1			640	10	7	37	Ruim	
		segmento 2			400	6	5	47	Regular	
		segmento 3			200	3	3	44	Regular	
		segmento 4			200	3	3	37	Ruim	
	segmento 5	360	6	5	48	Regular				
2	Avenida Bartolomeu de Gusmão	300	10	1/2 pista						
		segmento único			300	7	5	37	Ruim	
3	Rua Campos Mello	1670	9	Total						
		segmento 1			480	19	9	95	Excelente	
		segmento 2			680	27	11	91	Excelente	
		segmento 3			510	20	10	67	Bom	
4	Rua Cóchrane, Dr.	900	8	Total						
		segmento 1			600	22	10	30	Ruim	
		segmento 2			300	12	8	36	Ruim	
5	Avenida Moura Ribeiro, Dr.	800	8	1/2 pista						
		segmento único			800	F. Direita	13	8	18	Muito Ruim
		segmento único			800	F. Central	13	8	20	Muito Ruim
6	Rua Ricardo Pinto	850	9	Total						
		segmento único FB/MDC			850	34	12	45	Regular	
7	Avenida Saldanha da Gama, Alm	640	9	F. Central						
		segmento único CC/C6			640	9	6	32	Ruim	
8	Avenida Saldanha da Gama, Alm	640	9	F. Central						
		segmento único			640	9	6	37	Ruim	
9	Avenida Vicente de Carvalho	950	9	F. Central						
		segmento 1			360	5	5	52	Regular	
	segmento 2	600	8	6	43	Regular				
10	Avenida Wilson, Pres.	400	12	F. Direita						
		Segmento único			400	6	5	51	Regular	

Os valores do PCI e do IGG foram plotados graficamente para facilitar a interpretação dos resultados. Observando-se o Figura 1, e adotando como limite aceitável pelo usuário um pavimento que foi classificado com conceito **regular**, verifica-se que dos 19 segmentos homogêneos avaliados, 9 devem ser rejeitados pelo critério do PCI (conceito inferior a regular) e 12 pelo método do IGG, estes segmentos, não estariam aptos a atender as funções do pavimento de oferecer conforto, segurança e economia ao usuário.

Do universo avaliado, 5 segmentos apresentam resultados divergentes entre as duas classificações, enquanto os outros 14 podem ser considerados equivalentes. Para entender melhor o que ocorreu, nesses 5 casos, procedeu-se uma análise de cada caso, buscando uma resposta individual para cada situação. Foram revisadas as planilhas de campo e de cálculo e efetuada novas vistorias em alguns trechos quando necessário.



**Figura 1: PCI versus IGG**

- **Caso 1: Avenida Ana Costa - Segmento: 4**  
Extensão: 200 m  
Largura: 3,40 m  
Área: 680 m<sup>2</sup>

**IGG = 44**

Conceito: **Regular**

Nº amostras = 5

Área<sub>1 amostra</sub> = 20,40 m<sup>2</sup>

Área<sub>Total Avaliada</sub> = 102 m<sup>2</sup>

Defeitos: trincas longitudinais curtas (FC1), couro de jacaré (FC2) e remendo.

**PCI = 37**

Conceito: **Ruim**

Nº amostras = 3

Área<sub>1 amostra</sub> = 225, m<sup>2</sup>

Área<sub>Total Avaliada</sub> = 680 m<sup>2</sup>

Defeitos: couro de jacaré, fissuras longitudinais e transversais, remendo, panela e desgaste.

Não foram observados na avaliação do IGG os defeitos “panelas” (ao todo 6 pequenas de severidade baixa agrupadas em uma mesma área) e desgaste (22 m de ocorrência consecutiva); isso pode ser facilmente explicado. O método do IGG divide o segmento em estacas de 40 em 40 m, e em cada estaca avalia os 3 m anteriores e posteriores totalizando uma área de 6m de extensão pela largura da faixa, e ambos os defeitos

(panela e desgaste) ficaram fora da área avaliada. Já o PCI, neste caso, avaliou a área total da seção, todas as amostras, por elas terem resultado em número igual ou inferior a 5 (condição do método). Isso ocorre, porque a área da amostra é fixada em 225 m<sup>2</sup> e quando a largura da seção é pequena, obtém-se grandes comprimentos, resultando poucas unidades. Neste caso, o PCI refletiu melhor a situação existente.

- **Caso 2:** Rua Ricardo Pinto - Segmento: único  
Extensão: 850 m  
Largura: 9,00 m  
Área: 7650 m<sup>2</sup>

IGG = **239**

Conceito: **Péssimo**

Nº amostras = **22**

Área<sub>1 amostra</sub> = **54 m<sup>2</sup>**

Área<sub>Total Avaliada</sub> = **1188 m<sup>2</sup>**

Defeitos: trincas longitudinais longas (FC1), couro de jacaré (FC2), couro de jacaré com erosão (FC3), afundamento plástico, painelas, desgaste e remendo.

PCI = **45**

Conceito: **Regular**

Nº amostras = **12**

Área<sub>1 amostra</sub> = **225 m<sup>2</sup>**

Área<sub>Total Avaliada</sub> = **2700 m<sup>2</sup>**

Defeitos: couro de jacaré, remendo, afundamento localizado, panela e desgaste.

Neste exemplo, analisando o resultado do PCI, observa-se que quando um segmento possui maior largura, o comprimento de cada amostra é proporcionalmente menor (área fixada em 225 m<sup>2</sup>) e resulta em maior número. Do total de 34 seções, 12 foram selecionadas aleatoriamente e classificadas com o resultado mais favorável do que a via apresenta, pois alguns defeitos importantes ficaram fora dessas amostras. As amostras avaliadas pelo IGG obtiveram conceito mais apropriado à situação real.

- **Caso 3:** - Av. Vicente de Carvalho: Segmento: 1  
Extensão: 360,00 m  
Largura: 3,00 m  
Área: 1080,00 m<sup>2</sup>

IGG = **142**

Conceito: **Mau**

Nº amostras = **9**

Área<sub>1 amostra</sub> = **18m<sup>2</sup>**

Área<sub>Total Avaliada</sub> = **162 m<sup>2</sup>**

Defeitos: trincas longitudinais longas (FC2), couro de jacaré com erosão (FC3), afundamento plástico, desgaste e remendo.

PCI = **52** após correção **48**

Conceito: **Regular**

Nº amostras = **5**

Área<sub>1 amostra</sub> = **225 m<sup>2</sup>**

Área<sub>Total Avaliada</sub> = **1125 m<sup>2</sup>**

Defeitos: couro de jacaré, remendo, fissuras longitudinais e transversais, afundamento localizado, panela e desgaste.

Esse segmento, mesmo após as correções efetuadas, permaneceu com classificação diferenciada. Observamos que mesmo em casos em que houve coerência de resultados, o IGG, normalmente, reflete uma tendência mais pessimista, e isto talvez, seja devido à sua classificação trabalhar com apenas quatro conceitos (Bom, Regular, Mau e Péssimo) contra os sete do PCI (Excelente, Muito Bom, Bom, Regular, Ruim, Muito Ruim e Péssimo).

Dois dos casos citados, após nova vistoria de campo, sofreram alteração nos resultados finais. A comparação dos novos valores foram consideradas aceitáveis. Essas diferenças ocorreram devido a erros cometidos pelo avaliador. Os segmentos corrigidos são:

- **Caso 4:** Avenida Vicente de Carvalho - Segmento: 2

IGG = **197**  
 Conceito: **Péssimo**

PCI = **40**  
 Conceito: **Ruim**

- **Caso 5:** Avenida Presidente Wilson - Segmento: único

IGG = **103**  
 Conceito: **Mau**

PCI = **39**  
 Conceito: **Ruim**

Esses erros, de acordo com Marcon [6], são inerentes ao ser humano, como a tendência de avaliar muito alto ou baixo, hesitação em fazer julgamentos nos extremos e tender a avaliar o valor próximo da média, avaliação contaminada por uma impressão geral da via, pressuposições lógicas na mente do avaliador e a proximidade física de defeitos, entre outros.

Com o resultado final, após correções de valores, foi construída a matriz de ocorrência de defeitos apresentada na Figura 2.

		PCI						
		Excelente 100 a 86	Muito Bom 85 a 71	Bom 70 a 56	Regular 55 a 41	Ruim 40 a 26	Muito Ruim 25 a 11	Péssimo 10 a 0
G	I Bom 0-20	2						
	Regular 20-80			1	3	1		
	Mau 80-150				1	5	1	
	Péssimo 150-500				1	3	1	

**Figura 2** Matriz de ocorrência de defeitos

## 6. PCI como Indicador Estrutural

Sabe-se que uma das grandes dificuldades de decisão a ser tomada diante de um pavimento que não possua memória "*as built*" é a avaliação das propriedades de engenharia das camadas estruturais. Estas camadas são formadas por diversos tipos de materiais e diferentes espessuras que no conjunto retratam a resistência do pavimento a suportar as cargas impostas pelo tráfego e pela ação do meio ambiente

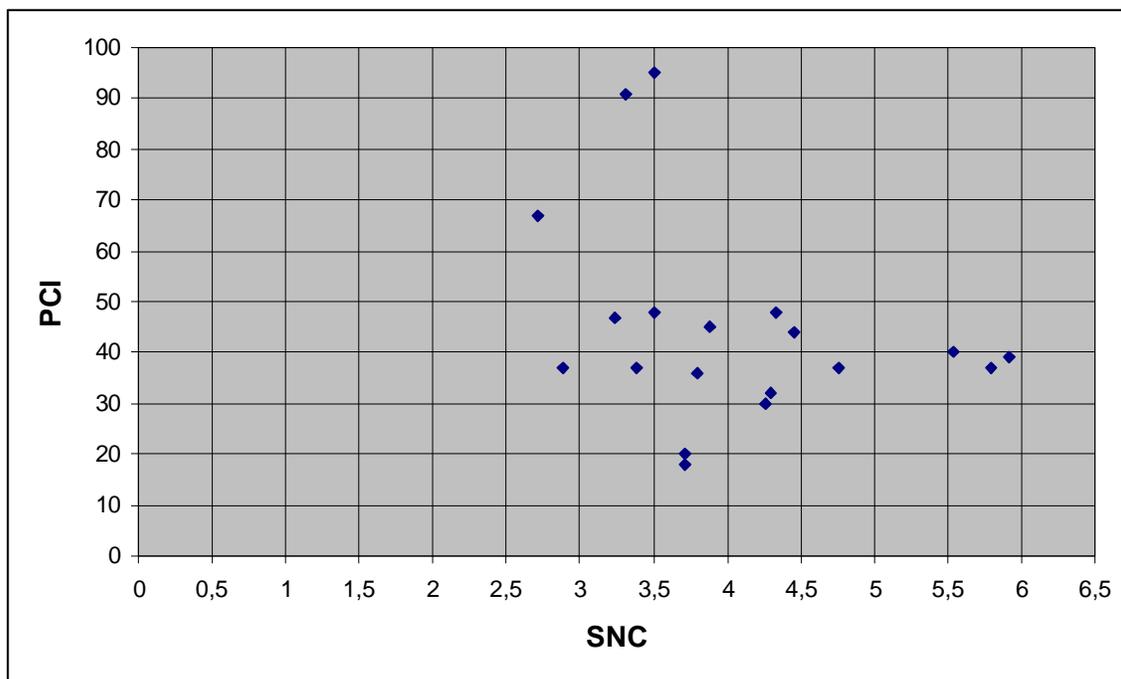
[13]. Sendo essa a realidade da cidade de Santos, avaliou-se a capacidade estrutural dos pavimentos por meio do equipamento de ensaio não – destrutivo FWD.

A partir das deflexões obtidas nas avaliações estruturais com o FWD, que tem por objetivo simular o efeito da passagem da carga de uma roda em movimento sobre o pavimento, calculou-se a média das deflexões máximas ( $Df_1$ ), o seu desvio padrão e o número estrutural corrigido (SNC) para cada um dos segmentos homogêneos como apresentado na Tabela 6. O SNC foi obtido por meio da equação desenvolvida por Pitta [12].

**Tabela 6** Resultados das deflexões obtidas com o FWD

Tipo de Via	Identificação do Logradouro	Deflexão Máxima (média em 0,01 mm)	Desvio Padrões	SNC
1 Avenida	Ana Costa			
	segmento 1	104,7	22,2	2,88
	segmento 2	77,7	21,8	3,24
	segmento 3	48,6	13,0	4,46
	segmento 4	33,6	10,2	5,80
2 Avenida	Bartolomeu de Gusmão			
	segmento único	33,8	12,9	4,76
3 Rua	Campos Mello			
	segmento 1	70,0	20,1	3,51
	segmento 2	76,9	29,8	3,31
4 Rua	Cóchrane, Dr.			
	segmento 1	62,7	26,0	4,26
	segmento 2	66,2	26,0	3,8
5 Avenida	Moura Ribeiro, Dr.			
	segmento único	73,4	28,7	3,71
6 Rua	Ricardo Pinto			
	segmento único FB/MDC	61,5	13,4	3,88
7 Avenida	Saldanha da Gama, Alm			
	segmento único CC/C6	54,4	11,3	4,3
8 Avenida	Saldanha da Gama, Alm			
	segmento único	78,9	39,1	3,38
9 Avenida	Vicente de Carvalho			
	segmento 1	31,6	9,8	4,33
	segmento 2	47,5	18,3	5,54
10 Avenida	Wilson, Pres.			
	Segmento único	37,9	11,8	5,92

A figura 3 apresenta uma confrontação dos valores obtidos de SNC da Tabela 6 com os resultados de PCI que, conforme se extrai dos objetivos de sua formulação, seria também um indicador da integridade estrutural do pavimento.



**Figura 3** PCI *versus* SNC

Esperava-se que quanto mais alto fossem os valores de PCI, mais elevados seriam os valores de SNC, o que não ocorreu, vindo a corroborar as suspeitas de Balbo [1] de que o PCI, por sua própria formulação, trataria-se de um índice mais representativo de condições funcionais de pavimentos que um indicador estrutural.

## 7. Conclusões

Em 84% dos segmentos, avaliados pelos dois métodos (IGG e PCI), o diagnóstico foi igual ou muito próximo. Nos outros 16% dos casos, embora com conceitos diferentes, não houve antagonismo maior. Notou-se uma tendência de avaliação mais conservadora no caso método do IGG.

Verificou-se que a largura da faixa avaliada pode influir no resultado final, pois larguras pequenas resultam em segmentos com área menor a ser avaliada pelo IGG e menor número de amostras do PCI; neste último método significa que, proporcionalmente, haverá mais amostras avaliadas por seção.

Ambos os procedimentos estão sujeitos a deixar de avaliar defeitos importantes, seja devido ao espaçamento constante do método IGG ou a aleatoriedade da escolha de amostras método do PCI.

Sugere-se o uso do IGG quando necessita-se de uma avaliação mais imediata e em grandes extensões, como para a alimentação de dados de um sistema de gerência a nível de rede. A aplicação do PCI em trechos menores, poderá ser também útil em permitir ao projetista quantificar o volume de tapa-buracos, as extensões de remendos localizados, pequenas áreas que necessitem de fresagem, dentre outros.

Verificou-se que, no contexto das presentes análises, o PCI está mais afeto à condição funcional do pavimento do que à sua condição estrutural.

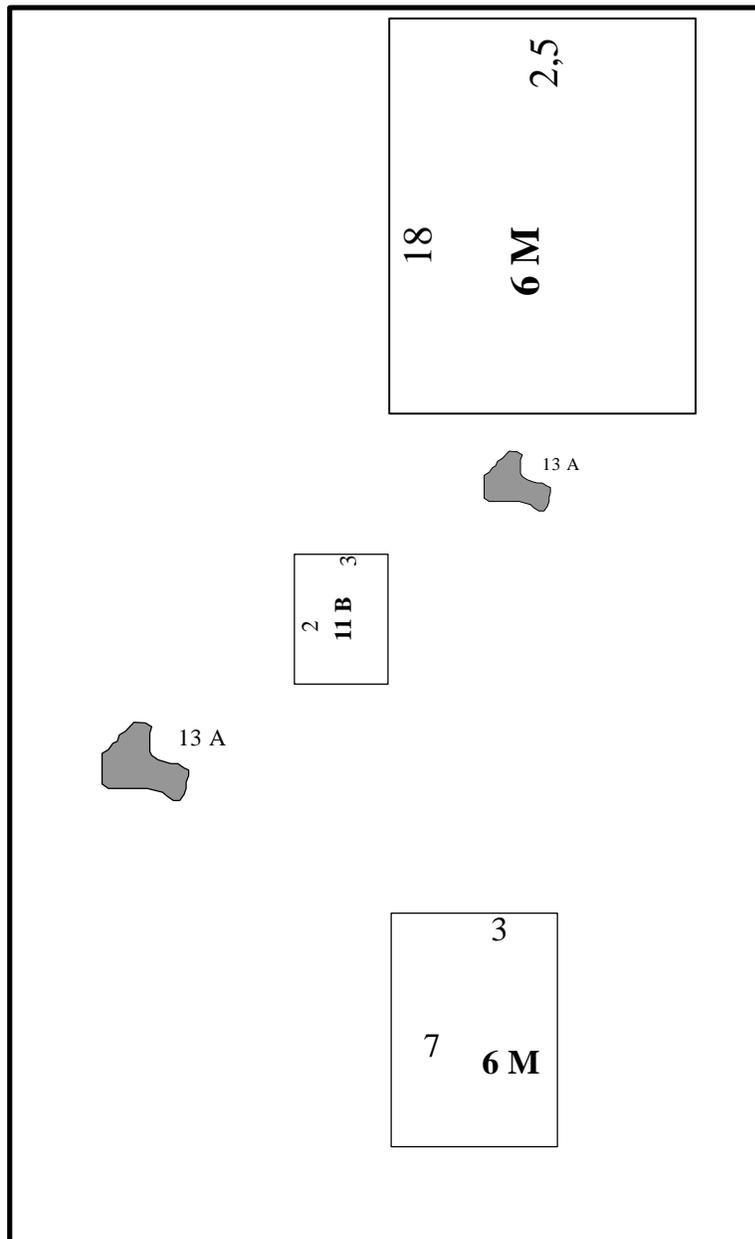
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Balbo, J. T.; **“Pavimentos Asfálticos - Patologias e Manutenção”**. Editora Plêiade, São Paulo, 1997, 103 p.
- [2] Cardoso, S.H.; Marcello, J.R.; Rocha, G.M.P.; Moreira, M.J.; Pestana, M.R.R.; **“A Fase Atual da Implantação do Sistema de Gerência de Pavimentos em Aeroportos Brasileiros”**. Anais da 28ª Reunião Anual de Pavimentação, vol. 2, Belo Horizonte, 1994.
- [3] DNER - Departamento Nacional de Estradas De Rodagem; **“Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos”**. DNER-PRO 008/94, Ministério dos Transportes, 1994, 10p.
- [4] Fernandes Jr., J.L.; Bertollo, S.M.; **“Considerações sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede”**. 9º Congresso Ibero-Latino Americano del Asfalto, Tomo 2, Assunción, 1997.
- [5] Marcon, A.F.; Cardoso, S. H.; Aps, M.; **“Considerações sobre Métodos de Avaliação de Superfície de Pavimentos”**. Anais da 29ª Reunião Anual de Pavimentação, ABPV, vol.4, Cuiabá, 1995.
- [6] Marcon, A.F.; **“Contribuição 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.
- [7] P.M.S.- Prefeitura Municipal de Santos. **“Sumário de Dados”**. nº 3, 1994.
- [8] Shain, M. Y. **“Pavement Management for Airports, Roads and parking Lots”**. Chapman & Hall, New York, 1994, 450 p.
- [9] Shain, M. Y, Kohn, D. S.; **“ Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets and Parking Lot”**. CERL-TR-M-268, U.S.Army,1979, vol. 1 e 2.
- [10] Sohail, F. and Hudson, W. R.; **“Network - Level Implementation of URMS: A Graphical Urban Roadway Management System”**. Transportation Research Record nº 1524, Washington, DC, 1996.
- [11] Tavakoli, A; Lapin, M.S. and Figueroa, J.L.; **“PMSC: Pavement Management System for Small Communities”**. Journal of Transportation Engineering, vol. 118, nº 2, New York, 1992.
- [12] Pitta, D.M.; **“Contribuição à Retroanálise das Superfícies Deformadas em Pavimentos Asfálticos Típicos da Região Sul do Brasil”**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- [13] Cardoso, S.H. **“Avaliação Estrutural Não - Destrutiva de Pavimentos de Aeroportos – A Experiência Brasileira”**. Seminário sobre Manutenção de Aeroportos, São Paulo, 1992.

**Anexo 1:** Exemplo de uma planilha de inspeção de campo pelo método PCI.

<b>Via:</b> Bartolomeu de Gusmão	<b>Seção:</b> 01
<b>Data:</b>	<b>Amostra nº:</b> 01
<b>Avaliador:</b> Marcia	<b>Área da amostra:</b> 225 m <sup>2</sup>

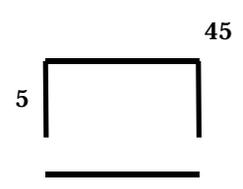
Tipos de Defeitos			
1 Couro de Jacaré	área	11 Remendos	área
2 Exsudação	área	12 Agregado polido	área
3 Fissuras em blocos	área	13 Painelas	unidade
4 Elevações recalques	metro linear	14 Cruzamento ferroviário	área
5 Corrugação	área	15 Afundamento de trilha de roda	área
6 Afundamento Localizado	área	16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



PROF	PANELAS		
	Diâmetro Médio (cm)		
.	10 a 20	20 a 45	45 a 76
1,2 a 2,5	B	B	M
>2,5 a 5,0	B	M	A
> 5,0	M	M	A

**Anexo 2:** Exemplo de uma planilha de cálculo do valor do PCI.

<b>Via:</b> Bartolomeu de Gusmão	<b>Seção:</b> 01
<b>Data:</b>	<b>Amostra nº:</b> 01
<b>Avaliador:</b> Marcia	<b>Área da amostra:</b> 225 m <sup>2</sup>

Tipos de Defeitos		
1 Couro de Jacaré	11 Remendos	<b>Esboço:</b> 
2 Exsudação	12 Agregado polido	
3 Fissuras em blocos	13 Painelas	
4 Elevações recalques	14 Cruzamento ferroviário	
5 Corrugação	15 Afundamento de trilha de roda	
6 Afundamento Localizado	16 Escorregamento de massa	
7 Fissuras de borda	17 Fissuras devido escorregamento de massa	
8 Fissuras por reflexão de juntas	18 Inchamento	
9 Desnível de pavimento/acostamento	19 Desgaste	
10 Fissuras longitudinal e transversal		

Tipos de Defeitos Existentes									
		6	11	13					
		21 M	6 B	1 A					
		45 M		1 M					
	severidade	<b>B</b>		6					
	<b>M</b>	66		1					
	<b>A</b>			1					

Cálculo do PCI				
Tipo do defeito	Densidade	Severidade	Valor dedução	
6	29,33	M	51	PCI = 100 - CDV 100 - 69 PCI = 31
11	2,67	B	6	
13	0,44	M	20	
13	0,44	A	40	
				<b>Condições do pavimento:</b>  Ruim
<b>Total de Dedução (TDV)</b>			117	
<b>Valor de Dedução Corrigido (CDV)</b>			67	

**Observação:** desconsiderando o defeito 11, que tem pouco peso na condição do pavimento (valor de dedução = 6), o valor total de dedução passa para 111 e o número de defeitos para 3, o que resulta um valor de dedução corrigido de 69, superior aos 67 anteriores. Deve-se utilizar o maior.