

Uma Aplicação Comparativa de Métodos de Avaliação das Condições Superficiais de Estrada Não-Pavimentada

Fábio Mutti Ferreira
Cassio Eduardo Lima de Paiva

RESUMO

Este trabalho analisa métodos de avaliação das condições superficiais na gerência de manutenção e conservação de estradas não-pavimentadas, que representam 90% da malha rodoviária brasileira, com mais de 1,5 milhão de km, sendo os municípios responsáveis pela manutenção e conservação por, praticamente, esta totalidade. Os métodos estudados, analisados e aplicados em campo foram GPM – *Gravel Paser Manual*, com metodologia subjetiva; URCI – *Unsurfaced Road Condition Index*; RSMS – *Road Surface Management System*; ERCI – *Earth Road Condition Index*; e o RCS/DVI – *Road Condition Survey/Detailed Visual Inspection*, com metodologia objetiva. Foi realizada análise comparativa prática entre os métodos. A análise prática foi realizada mediante as classificações apresentadas por cada método nas avaliações de campo, em um trecho de estrada não-pavimentada, em dois períodos distintos, sendo o primeiro em condições

climáticas favoráveis, enquanto o segundo foi realizado em condições desfavoráveis. Concluiu-se que os métodos apresentam consistência em suas metodologias, com valores de correlações elevados e, pela análise prática, apresentam totalização de parâmetros adequados às condições das estradas não-pavimentadas brasileiras para serem utilizados na gerência de manutenção e conservação sem adaptações específicas.

1. INTRODUÇÃO

As estradas não-pavimentadas vêm sofrendo ao longo de décadas da falta de investimento e de estudos mais abrangentes na área de gerência de conservação e manutenção, apesar de alcançarem mais de 1,5 milhão de km, que representam cerca de 90% de toda a malha rodoviária brasileira. A responsabilidade pela construção, manutenção, recuperação e reconstrução das estradas não-pavimentadas ficam a cargo dos municípios, que não possuem, em sua grande maioria,

peçoal técnico especializado para execução de tão importante tarefa. Por este motivo, vários procedimentos técnicos vêm sendo usados equivocadamente, pois, em muitos casos, a única forma de manutenção e conservação trata da raspagem superficial, mas quando este processo não supre mais as necessidades das condições superficiais da estrada, optam pela pavimentação, principalmente, aqueles que têm recursos financeiros e vontade política para tal, sem considerar a hipótese mais econômica da aplicação do revestimento primário.

Os procedimentos técnicos, que devem e podem ser empregados na estratégia de manutenção de uma estrada não-pavimentada, são, em muitos casos, definidos por meio de métodos de avaliação das condições superficiais.

Os métodos de avaliação definem as classificações da condição superficial nas classes de excelente, boa, regular, ruim e falida, correspondendo a procedimentos de manutenção, respectivamente, da

seguinte forma: sem manutenção; manutenção de rotina realizada por meio das técnicas de regularização, reconformação mecanizada e/ou manual, patrolamento e remendos; periódica ou programada por meio de recascalhamento, restauração e reconstrução.

Este trabalho, baseado em dissertação de mestrado(1), objetiva apresentar uma análise teórica e prática entre métodos de avaliação das condições superficiais de estradas não-pavimentadas pesquisados e selecionados, analisando as suas metodologias através de um estudo comparativo e seu resultado em uma aplicação de campo.

2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DE ESTRADAS NÃO-PAVIMENTADAS

No Brasil, não existe metodologia que avalie as condições das estradas não-pavimentadas. Mas em outros países, principalmente, nos Estados Unidos da América (EUA), muito se vem fazendo para esta questão. Devido a isso, vários métodos de avaliação e classificação de estrada não-pavimentada são originários daquele país. Neste trabalho, selecionaram-se os seguintes métodos: GPM – *Gravel Paser (Pavement Surface Evaluation and Rating) Manual* (Manual de Avaliação e Classificação da Superfície de Pavimento

de Cascalho) (2); URCI – *Unsurfaced Road Condition Index* (Índice de Condição de Estrada Não-pavimentada); (3) e RSMS – *Road Surface Management System* (Sistema de Gerenciamento de Superfície de Estrada) (4,5). O ERCI – *Earth Road Condition Index* (Índice da Condição de Estrada de Terra) (6) e o RCS/DVI – *Road Condition Survey – RCS* (Avaliação da Condição da Estrada) e DVI – *Detailed Visual Inspection – DVI* (Inspeção Visual Detalhada) (7,8).

Os conceitos básicos que diferenciam um método do outro estão apresentados de forma concisa na Tabela 1.

Tabela 1. Análise comparativa entre os métodos selecionados

ITENS	MÉTODOS				
Origem	GPM	RCS/DVI	ERCI	URCI	RSMS
Metodologia	EUA	Europa	Egito	EUA	EUA
Defeitos Avaliados	Subjetiva	Objetiva			
Níveis de Severidade	Ver Tabela 1				
Forma de Medição da Densidade	Para algumas classificações	Baixo. Médio, Alto	Suave e Grave	Baixo, Médio, Alto	Baixo, Médio, Alto
Escala	1 a 5	1 a 5	0 a 100	0 a 100	0 a 100
Classificação	Falido a Excelente	Excelente a Falido	Falido a Muito Bom	Falido a Excelente	Péssimo a Excelente
Seções	Todo trecho	Pelo menos 5 subseções	Mínimo 1 milha (1.6 km)	Para cada milha (1.6 km) pelo menos duas subseções	Todo trecho
Subseções	Não consta	0.5 a 5.0 km	10 % da seção	135 a 300 m²	Mínimo 60 m
Experimento: nº de subseções/extensão	5/1 km (média)	5/500m	5/100m	5/300 m2	5/1 km (média)

A tabela 2 apresenta os defeitos considerados na avaliação de um segmento de estrada não pavimentada pelos métodos estudados.

Tabela 2. Defeitos avaliados de cada método selecionado

MÉTODOS	DEFEITOS AVALIADOS															
	STI	BUR	ATR	OND	DLI	SEA	POE	ESC	ATO	SUS	FEA	FMC	ALS	EII	PSE	OSE
GPM	X	X	X	X	X	X	X	X								
RCS/DVI	X	X	X	X		X	X	X	X							
ERCI	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X
URCI	X	X	X	X	X	X	X									
RSMS	X	X	X	X	X	X	X									

Tabela 3. Características gerais da Estrada PR C331 e as 05 subseções avaliadas

CARACTERÍSTICAS		SUBSEÇÕES				
		01	02	03	04	05
Marco		PRC33-km2	Km2-km3	Km3-km4	Km4-km5	Km5-SP063
Extensão (m)		2000	1000	1000	1000	600
Largura da Plataforma - m		6,0	6,0	5,0	5,0	6,0
Revestimento * trecho íngreme		Cascalho*	Cascalho*	Leito natural	Cascalho*	Leito natural
Velocidade média km/h		30-40	< 40	< 30	< 40	30-40
VPD		< 50	< 50	50-100	50-100	50-100
Unidade Amostral	GPM	Trecho todo	Trecho todo	Trecho todo	Trecho todo	Trecho todo
	RCS/DVI	0 + 500m	km2 250m	km3 250m	km4 250m	km5 250m
	ERCI	0 + 100m	km2 + 100m	km3 + 100m	km4 + 100m	km5 + 100m
	URCI	50 + 50m	km2 + 50m	km3 + 60m	km4 + 60m	km5 + 50m
	RSMS	Trecho todo	Trecho todo	Trecho todo	Trecho todo	Trecho todo
Ocupação lindeira		Sítios	Sítios, loteamentos, olarias			

Sendo na Tabela 2: STI – seção transversal inadequada; BUR – buracos; ATR – afundamento de trilha de roda; OND – ondulações; DLI – drenagem lateral inadequada; SEA – segregação de agregados; POE – poeira; ESC – espessura de cascalho; SUS – superfície saturada; FEA – Falha e erosão de aterro na estrada; FMC

– Falha no muro de contenção; ALS – altura da superfície; EII – estrutura ilegal de irrigação; PSE – plantas na superfície da estrada; e OSE – ocupação da superfície da estrada.

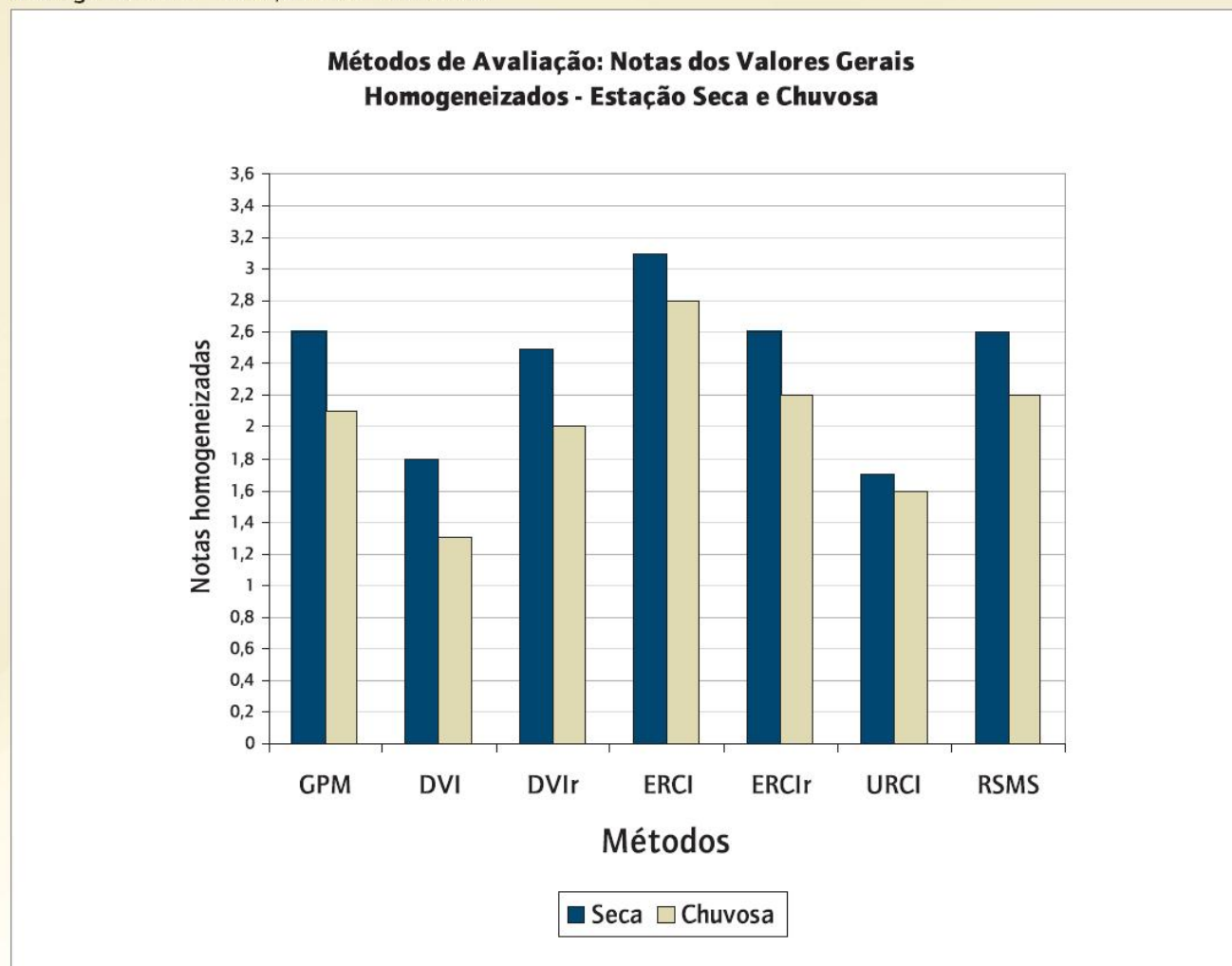
Os métodos de avaliação estudados apresentam em suas metodologias procedimentos diferenciados para medição da severidade e den-

sidade dos defeitos.

3. ANÁLISES E RESULTADOS DO EXPERIMENTO DE CAMPO

Para o experimento de campo, selecionou-se a estrada PRC 331, onde PRC é abreviatura de Piracaiá/SP e 331 é a numeração dada pela prefeitura do município para

Figura 1. Histograma comparativo dos métodos de avaliação das notas dos valores gerais homogeneizados – estação seca e chuvosa.



a estrada, que tem características principais apresentadas na Tabela 3, para cinco subseções estabelecidas para efeito de comparação entre os métodos.

Duas avaliações de cada método foram realizadas em períodos distintos: a primeira entre os dias 10 e 16 de agosto; a segunda entre os dias 11 e 20 de dezembro do ano de 2003, denominadas como avaliação na estação seca e chuvosa.

Após a realização das vistorias realizadas por F. FERREIRA (1) para

avaliação das subseções, obtendo os dados de levantamento de campo e os respectivos cálculos de cada método para determinar a nota e classificação de cada subseção e do trecho experimental todo (Geral), homogeneizou-os em relação à escala geral adotada e esses resultados comparados encontram-se no gráfico da Figura 1 para a avaliação na estação seca e chuvosa.

Outro ponto analisado foi a comparação entre os valores das subseções e gerais da estação seca em

relação aos da estação chuvosa em que se teve uma diminuição do primeiro em relação ao segundo para todos os métodos, confirmando a deterioração da estrada pela presença d'água, principalmente, àquelas que apresentam seção transversal e drenagem lateral inadequadas. A comparação está representada na Figura 1.

Pode-se observar, pelo histograma da Figura 1, que o URCI tem, praticamente, o mesmo valor e classificação: ruim, com variação de 0,1;

e os demais apresentam pequenas variações que, para o GPM, ERCI e RSMS, estabelecem a mesma classificação para condição regular. Porém, o DVIR tem classificações diferentes, sendo para avaliação na estação seca – condição regular, e para a estação chuvosa – condição ruim, apesar de apresentar diferença na ordem de 0.5, demonstrando uma maior sensibilidade nos seus critérios de avaliação.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, os métodos de avaliação empregados na gerência de manutenção, apresentados, analisados e aplicados, tiveram as vantagens e desvantagens ponderadas dentro das limitações impostas pelas circunstâncias intrínsecas e extrínsecas, tanto na análise teórica de sensibilidade como no experimento de campo.

Na aplicação de campo, os métodos GPM, DVIR e ERCI e o RSMS apresentaram resultados próximos e a mesma classificação das condições superficiais para o trecho experimental (PRC 331), apesar de que as subseções tiveram resultados diferentes entre eles. O URCI apresentou resultados abaixo e o ERCI acima dos demais na avaliação final do trecho experimental, bem como nas subseções em ambas avaliações.

Dessa forma, não se têm parâmetros gerais que os definam como um método ideal às condições das estradas não-pavimentadas brasileiras, que poderiam ser utilizados pela

gerência de manutenção e conservação na aplicação das estratégias propostas por cada qual, de acordo com a classificação avaliada, principalmente, das subseções. Para este fim, haveria necessidade de realizar pesquisas, aplicando as estratégias propostas pelos métodos que a avaliação indica, verificando a sua eficiência entre outros experimentos de campo.

Numa aplicação em estradas não-pavimentadas no Brasil, o método mais indicado é o RCS/DVIR, por avaliar os defeitos mais próximos daqueles existentes em campo, bem como pelos resultados apresentados neste trabalho. Contudo, o mesmo pode e/ou deve ser alterado em alguns de seus parâmetros, para torná-lo mais adequado às condições das estradas não-pavimentadas brasileiras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FERREIRA, F.M. Uma Aplicação Comparativa de Métodos de Avaliação das Condições Superficiais de Estrada Não-pavimentada. 2004. 215p. Dissertação (Mestrado em Transporte). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP.
2. WALKER, D. M.. Graver – Paser Manual. Pavement Surface Evaluation and Rating. Wisconsin Transportation Information Center. Wisconsin. Madison. 1989. 32 p.
3. EATON, R.A.; BEAUCHAM, R.E. Unsurfaced Road Maintenance Management. U.S. Army Corps of

Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory, Special Report 92 – 26. Washington, D.C., EUA, Dezembro, 1992. 62 p.

4. UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE. Technology Transfer Center, T2. Road Surface Management System – RSMS, Workshop Notebook and Reference. Durban, NH, EUA, Maio 2001. In: PWMS Distribution – RSMS01 and SIMS02, 2002. CD – ROM.
5. Road Monitoring Manual for Maintenance Management. Volume 2: Damage Catalogue for Developing Countries. Paris, 1990. 91 p.
6. ABDELRAHMAN, M.; SHARAF, E. Use of Field Data in Calculating Cost of Earth Road Maintenance. Transportation Research Record 1304, TRB, National Research Council, Washington, D.C., EUA, 1991, pp. 32 – 37.
7. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO – OPERATION AND DEVELOPMENT, OECD e INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, BIRD – WORLD BANK. Road Monitoring Manual for Maintenance Management. Volume 1: Manual for Developing Countries. Paris, 1990. 115 p.
8. Field Manual – Identification of Road Surface Conditions: A guide for Users of the Road Surface Management System. Durban, NH, EUA, Maio 2001. 24 p. In: PWMS Distribution – RSMS01 and SIMS02, 2002. CD – ROM.

Fábio Mutti Ferreira é Engenheiro Civil, Mestre, Prefeitura Municipal de Atibaia.

Cássio Eduardo Lima de Paiva é Engenheiro Civil, Professor Doutor, UNICAMP.