



Acta Scientiarum. Technology

ISSN: 1806-2563

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

Oliveira da Silva, Taciano; Braz de Carvalho, Carlos Alexandre; Cardoso de Lima, Dario; Lúcia Calijuri,  
Maria

Condições de serventia de estradas não-pavimentadas: estudo de caso aplicado às vias do município  
de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil

Acta Scientiarum. Technology, vol. 33, núm. 2, 2011, pp. 171-177

Universidade Estadual de Maringá  
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303226531015>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Condições de serventia de estradas não-pavimentadas: estudo de caso aplicado às vias do município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil

Taciano Oliveira da Silva<sup>1\*</sup>, Carlos Alexandre Braz de Carvalho<sup>2</sup>, Dario Cardoso de Lima<sup>2</sup> e Maria Lúcia Calijuri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Rod. MG-443, km 7, 36420-000, Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

\*Autor para correspondência. E-mail: taciano@ufsj.edu.br

**RESUMO.** Este artigo apresenta a adaptação do método de classificação de estradas não-pavimentadas proposto por Eaton às condições encontradas em rodovias vicinais do município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, considerando a sua potencialidade como ferramenta de suporte à gerência destas vias. Este estudo foi desenvolvido a partir de avaliações objetiva, realizada com o emprego de uma escala de notas, e subjetiva, em obediência à metodologia de Eaton, que foram conduzidas por uma equipe treinada previamente que executou inspeções de campo, atribuindo notas a 20 unidades amostrais, possuindo cada uma delas 50 m de comprimento e representativas de 10 trechos analisados de vias não-pavimentadas. A análise dos dados desta pesquisa possibilitou concluir que: (i) não houve correlação entre os resultados das avaliações subjetiva e objetiva, e a aplicação da metodologia de Eaton à gerência de manutenção de vias não-pavimentadas pode não refletir as suas prioridades reais; (ii) a avaliação subjetiva do trecho e a avaliação subjetiva do conjunto de suas unidades amostrais são correlatas, indicando ser coerente o emprego deste procedimento.

**Palavras-chave:** rodovias vicinais, métodos de classificação, avaliação objetiva e subjetiva.

**ABSTRACT. Serviceability of unpaved roads: a case study applied to net road from Viçosa, Minas Gerais.** This paper addresses the adaptation of the method of classification of unpaved roads developed by Eaton to the field conditions of local roads from the city of Viçosa, Minas Gerais State, Brazil, considering its potential as a support tool for the management of these roads. This study was developed encompassing objective evaluation, carried out with the application of a note scale, and subjective evaluation, according to the methodology of Eaton, which were performed by a team that accomplished the field inspections, attributing notes to the 20 sample units, each one 50 meters long and representing 10 analyzed unpaved road segments. Conclusions are as follows: (i) it was not observed any correlation between data from the objective and the subjective field evaluations, leading to the conclusion that the use of the Eaton and others methodologies can be misleading to the management of the maintenance of unpaved not reflecting their real priorities; (ii) there is correlation between the subjective evaluation of the road sections and the subjective evaluation of all sample units, indicating to be consistent the application of this procedure.

**Keywords:** roads, classification methods, objective and subjective evaluations.

## Introdução

### Considerações gerais

As estradas exercem importante papel no desenvolvimento econômico e social de um país. No Brasil, até então, a opção pelo transporte de carga por rodovias é a mais requerida, principalmente no escoamento da produção industrial e agrícola (TRINDADE et al., 2005). Dada à amplitude da malha rodoviária brasileira não-pavimentada, que

atualmente já se encontra em torno de 1,42 milhões de quilômetros de extensão (AETT, 2005) e ao papel socioeconômico que a mesma desempenha, identificar os seus problemas e apontar soluções é sem dúvida uma medida importante para garantir suas boas condições de serventia.

Na maioria das vezes, os órgãos responsáveis pela manutenção e/ou construção das vias vicinais não-pavimentadas estão vinculados a municípios e, também, a empresas florestais. Observa-se, ainda,

que as prefeituras desses municípios, além de não possuírem recursos financeiros suficientes destinados à manutenção e à reabilitação dessas vias ainda se deparam com o desconhecimento técnico necessário à realização racional destas atividades, que devem ser adaptadas para as suas realidades de corpo técnico e equipamentos. Quanto às empresas florestais, de acordo com Lopes et al. (2002), na década de 80, estimava-se a extensão da malha rodoviária florestal brasileira em 600 mil quilômetros, número este que foi atualizado por Oliveira et al. (2007) para, aproximadamente, 618 mil quilômetros, demandando grandes volumes de serviços especializados de manutenção e reabilitação das vias. Por outro lado, aumentaram nos últimos anos as exigências em termos de solicitações dessas estradas, pelo crescimento do volume de tráfego pesado.

A forma inadequada de manutenção das estradas não-pavimentadas e seu abandono por um longo período de tempo trazem como consequência uma superfície muitas vezes intrafegável, dificultando a circulação de pessoas e mercadorias, e acarretando, via de regra, danos ambientais, com o assoreamento de corpos d'água e o lançamento de sedimentos provenientes de material carregado pelas águas das chuvas sobre áreas agricultáveis.

#### Fundamentação teórica

Segundo Greenstein e Hudson (1994), a avaliação da superfície de uma via não-pavimentada é o processo que visa fornecer subsídios para o planejamento de atividades que possam contribuir para manter ou resgatar a sua integridade estrutural e funcional. Para o órgão rodoviário responsável, esta ação auxilia na priorização das atividades de manutenção de forma a otimizar os recursos disponíveis para tal fim.

É comum empregar as avaliações objetiva e subjetiva para fins de qualificação da superfície das estradas não-pavimentadas. A avaliação subjetiva possibilita averiguar a condição da superfície de uma via, segundo o ponto de vista dos usuários, empregando-se um valor definido como *Present Serviceability Rating* (PSR) que no Brasil, de acordo com DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), em sua norma PRO 007-94, é conhecido como Valor de Serventia Atual (VSA). Durante a avaliação, o VSA é obtido pela média aritmética de notas atribuídas a uma via pelos membros de uma equipe de avaliação com a função de representar a opinião dos seus usuários. Esses avaliadores, devidamente treinados, percorrem um trecho de uma estrada numa determinada velocidade operacional e, de dentro do veículo, atribuem notas

subjetivas de acordo com uma escala de valores previamente definida, indicando suas opiniões quanto ao conforto e suavidade percebidos durante o percurso no trecho avaliado.

Já a avaliação das condições da superfície de forma objetiva, segundo Hass et al. (1994), sustenta-se em dados coletados sobre os defeitos existentes nos trechos da estrada a ser analisada, ou seja, os tipos, severidade e densidade de defeitos identificados. Para o levantamento dos defeitos na estrada é necessário que os tipos a serem considerados sejam selecionados e as definições de cada defeito sejam cuidadosamente estabelecidas. As definições devem estar escritas e acompanhadas por fotografias ou figuras que ajudem na sua identificação, incluindo sustentações para avaliar o grau de severidade e medir a sua extensão.

Um método de classificação e um manual de campo para a avaliação das condições da superfície e da drenagem de uma rede de estradas não-pavimentadas foram desenvolvidos por Eaton et al. (1987a), com o objetivo de auxiliar os municípios e órgãos rodoviários na manutenção de suas estradas não-pavimentadas. Segundo o método, o índice das condições das rodovias não-pavimentadas (URCI) é o *Unsurfaced Road Condition Index* (URCI), que corresponde ao PCI (*Pavement Condition Index*) do Sistema PAVER (Sistema de Gerência de Manutenção de Pavimentos). O URCI é um indicador numérico que varia numa escala de 0 a 100, baseado no cálculo dos valores-dedução (*Deduct Values*), também apresentados em uma escala de valores de 0 a 100, em que o valor zero indica que um defeito em particular não tem impacto nas condições da estrada e o valor 100 indica um defeito extremamente comprometedor para o colapso da via. A Tabela 1 apresenta, de forma resumida, os tipos de defeitos considerados e a forma de medição.

**Tabela 1.** Tipos de defeitos e critério de medição, de acordo com Eaton et al. (1987a).

Designação dos defeitos	Critério de medição
Seção transversal inadequada	Metro linear
Drenagem lateral inadequada	Metro linear
Corrugações	Área
Segregação de agregados	Metro linear
Buracos	Número
Poeira	Altura e densidade da nuvem
Trilhas de roda	Área

A avaliação de estradas não-pavimentadas pelo método descrito por Eaton et al. (1987a) é baseada em dois tipos de inspeção. Um deles é a rápida vistoria subjetiva da estrada; o outro se refere à medida detalhada dos defeitos em unidades amostrais representativas do trecho avaliado. A avaliação subjetiva consiste em percorrer a estrada a

uma velocidade aproximadamente constante, em torno de 40 km h<sup>-1</sup>, e verificar de dentro do veículo as condições da superfície de rolamento e de drenagem. Após essa avaliação, considerada preliminar, são selecionadas as unidades amostrais da estrada, com áreas que variam de 150 a 350 m<sup>2</sup>, nas quais serão medidos e quantificados os defeitos existentes, levando em consideração o seu nível de severidade, Baixas, Médias e Altas, de acordo com o critério de avaliação objetiva.

De posse de todos os dados obtidos, a densidade dos defeitos é calculada em função das suas incidências na área analisada, ou seja, pela razão entre a quantidade do defeito e a área da unidade amostral. Com o valor da densidade, acha-se o valor-dedução correspondente, a partir de curvas de níveis de severidade existentes para cada tipo de defeito. Após o cálculo, todos os valores-dedução individuais da unidade amostral são somados, originando o valor-dedução total (TDV). A partir do gráfico com curvas de correção para cada quantidade de defeitos com valor-dedução maior ou igual a 5 pontos na unidade amostral, encontra-se o URCI. Por este índice, as estradas não-pavimentadas são classificadas com base em uma escala de valores que estão relacionados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Escala de classificação de estradas não-pavimentadas em função do URCI.

URCI	Classificação
100 – 86	Excelente
85 – 71	Muito boa
70 – 56	Boa
55 – 41	Regular
40 – 26	Ruim
25 – 11	Muito ruim
10 – 0	Péssima

O uso de procedimentos de avaliação de estradas não-pavimentadas elaborados para condições diferentes das encontradas no Brasil, como é o caso do método de Eaton et al. (1987a), pode gerar resultados divergentes da realidade encontrada na inspeção de campo, justificando-se desta forma o desenvolvimento de pesquisas nesta área. Considerando esse aspecto, o presente trabalho teve como objetivo correlacionar os resultados de avaliações objetivas com subjetivas, segundo as instruções contidas no método de Eaton et al. (1987a), com o intuito de verificar a sua aplicabilidade às rodovias vicinais não-pavimentadas da área rural do município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

## Material e métodos

As atividades descritas neste item sobre o método que utiliza o URCI para classificar estradas

não-pavimentadas estão baseadas nos trabalhos de Eaton et al. (1987a e b) e Eaton (1988). Este método foi escolhido por apresentar, de acordo com os estudos realizados por Oda (1995) e Viviani (1998), algumas limitações que prejudicam a caracterização final das estradas não-pavimentadas. O procedimento de campo abrangeu avaliações subjetivas e objetivas de unidades amostrais e trechos de estradas não-pavimentadas do município de Viçosa, por meio de uma equipe de avaliadores.

## Área de estudo

O município de Viçosa, com uma área de 300,2 km<sup>2</sup>, está localizado ao Norte da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a 229 km de Belo Horizonte, Brasil, entre as latitudes de 20° 41' 20" S a 20° 49' 35" S e as longitudes de 42° 49' 36" W a 42° 54' 27" W, a uma altitude média de 650 m. Limita-se ao Norte com os municípios de Teixeira e Guaraciaba, ao Sul com Paula Cândido e Coimbra, a Leste com Cajuri e São Miguel do Anta e a Oeste com o município de Porto Firme (IBGE, 2002), conforme mostra a Figura 1.

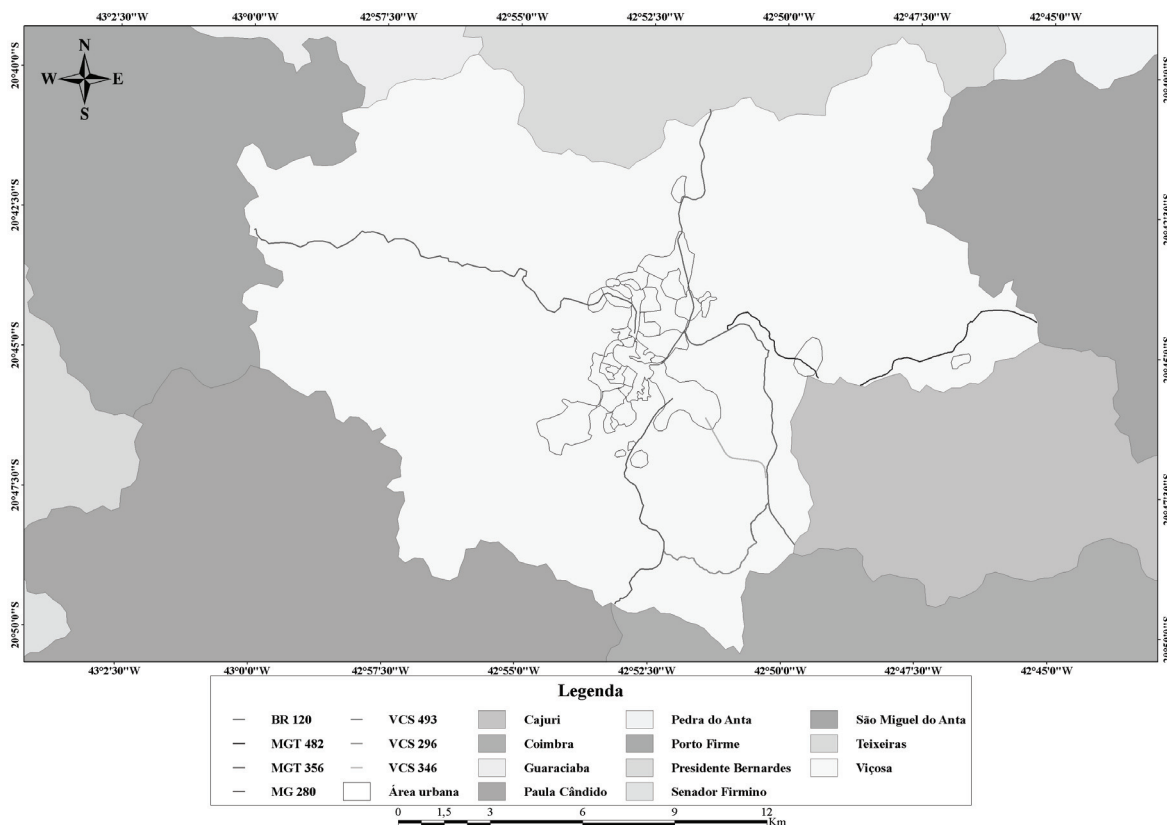
## Seleção e divisão dos trechos experimentais

Para este estudo estabeleceu-se que as estradas selecionadas para investigação experimental deveriam ser de fácil localização, possuir variedade de tipos de solos e serem próximas à cidade. Essas estradas possuem uma denominação de acordo com o plano rodoviário do município de Viçosa – VCS (Lei municipal n. 160 de 17/4/1978 atualizada para 2000). A Tabela 3 contém a denominação das estradas não-pavimentadas inspecionadas neste estudo e suas respectivas extensões.

**Tabela 3.** Estradas não-pavimentadas inspecionadas e suas respectivas extensões.

Estrada não-pavimentada	Extensão (km)
VCS 346	3,0
Trecho da VCS 493	1,5
VCS 296	4,1

A necessidade de divisão das estradas em porções menores, denominadas de trechos, se dá pela observação da não-uniformidade das características das vias não-pavimentadas. De acordo com Weaver e Clark (1977), deve-se ter atenção na determinação de um tamanho mínimo de trecho de estudo que permita que o avaliador tenha tempo suficiente para adquirir uma percepção mais realista sobre a condição da superfície de rolamento do trecho inspecionado. Quando a extensão do trecho for muito grande, o avaliador pode perder a percepção para o propósito em vista, atentando-se apenas em julgar os últimos metros do trecho avaliado.



**Figura 1.** Localização do município de Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Assim, a cada trecho com extensão entre 750 e 1.000 m de comprimento, recomendam-se duas unidades amostrais cada uma com 50 m de comprimento, como as mais representativas de defeitos.

Após o planejamento das vias em estudo, segundo considerações de Baesso e Gonçalves (2003), foram definidos dez trechos para serem inspecionados. Inicialmente, a escolha dos mesmos baseou-se no julgamento de dois avaliadores, devidamente instruídos para a finalidade em vista, que percorreram as vias em um veículo de passeio a uma velocidade de aproximadamente 40 km h<sup>-1</sup>, o que permitiu selecionar, subjetivamente, as unidades amostrais observadas como as mais representativas de defeitos daquele trecho. A extensão de cada unidade amostral foi delimitada por piquetes de madeira, com auxílio de uma trena, de forma a permitir a sua identificação numa inspeção posterior.

#### Constituição e treinamento da equipe de avaliação

O experimento contou com uma equipe composta de cinco avaliadores do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa – UFV, que percorreu as estradas não-pavimentadas em estudo, para realizar as avaliações subjetivas e objetivas dos trechos e unidades amostrais previamente selecionados. Na escolha para composição da referida equipe não

foram consideradas as características dos membros relativas ao sexo, idade, experiência de condução de veículos, na busca de se representar à opinião dos usuários dessas vias. Os membros da equipe de avaliação receberam treinamento inicial sobre os procedimentos de campo e os tipos de defeitos que poderiam ser encontrados, seus níveis de severidade e a forma de medi-los.

#### Inspeção nos trechos e unidades amostrais

As avaliações realizadas pela equipe de avaliadores foram divididas em duas etapas: avaliação subjetiva dos trechos e unidades amostrais para a determinação do  $URCI_{EQUIPE}$  e avaliação objetiva das unidades amostrais para a obtenção do  $URCI_{EATON}$ .

#### Inspeção subjetiva nos trechos e unidades amostrais

A primeira etapa da avaliação consistiu do percurso de todos os avaliadores em um mesmo veículo (Volkswagen Kombi) nos trechos selecionados, a uma velocidade de aproximadamente 40 km h<sup>-1</sup>, onde um dos avaliadores ficou responsável pelo aviso aos demais sobre o ponto inicial e final dos trechos. Durante o percurso os avaliadores deram a cada trecho uma nota individual, de 0 a 100, que representasse a condição de sua superfície a partir da qualidade de viagem por eles percebida.

Na segunda etapa da avaliação subjetiva, os avaliadores foram conduzidos ao ponto inicial de cada unidade amostral e a percorreram a pé, procurando observar a condição superficial em que ela se encontrava. Cada avaliador atribuiu-lhe, de acordo com sua percepção, uma nota que descrevia o estado desta superfície, usando para tanto a mesma escala utilizada para classificar o trecho. Ao final da avaliação subjetiva foi feita a média aritmética das notas atribuídas aos trechos e unidades amostrais pelos avaliadores, encontrado o  $URCI_{EQUIPE}$  dos referidos, respectivamente. A Figura 2, ilustra a avaliação subjetiva da primeira unidade amostral, compreendida entre a Est. 17 + 00 e a Est. 17 + 50, do primeiro trecho da VCS 296 e do veículo utilizado na avaliação subjetiva dos trechos analisados das estradas não-pavimentadas.



**Figura 2.** (a) Avaliação subjetiva a primeira unidade amostral do primeiro trecho da estrada não-pavimentada VCS 296; (b) veículo utilizado na avaliação subjetiva dos trechos analisados das estradas não-pavimentadas.

### Inspecção objetiva nas unidades amostrais

Após a classificação das unidades amostrais pela equipe de avaliação, os defeitos existentes em cada unidade amostral foram verificados e registrados, segundo o procedimento descrito no manual de campo do método do  $URCI$  (EATON et al., 1987a). Para verificação das dimensões de cada defeito e suas severidades e densidades, apenas o pesquisador e três colaboradores fizeram a medição para determinação do  $URCI_{EATON}$  das unidades amostrais. Já o  $URCI_{EATON}$  de cada trecho foi obtido pela média aritmética dos  $URCI_{EATON}$  das suas unidades amostrais. A Figura 3 ilustra parte da avaliação objetiva da segunda unidade amostral, compreendida entre a Est. 42 + 00 e a Est. 42 + 50 m, do terceiro trecho da estrada não-pavimentada VCS 296.



**Figura 3.** (a) Medição da largura da superfície da estrada; (b) medição dos defeitos de acordo com Eaton et al. (1987a).

### Resultados e discussão

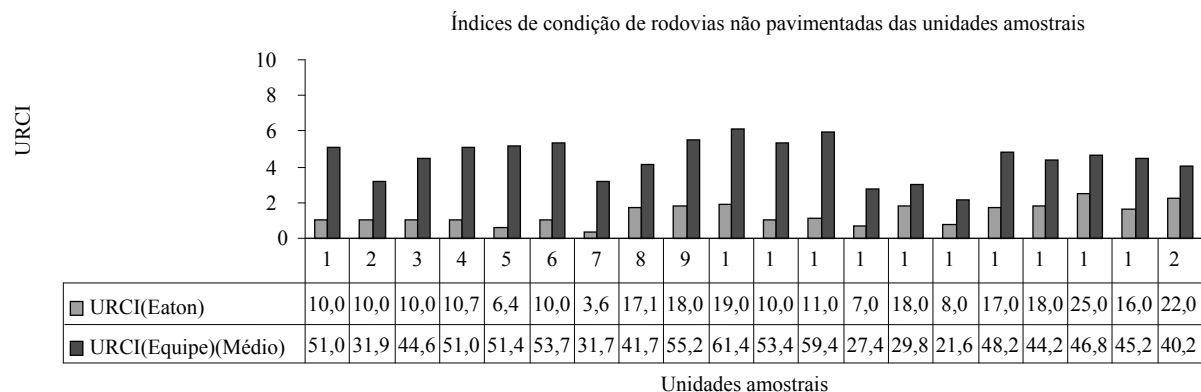
A qualidade de viagem captada pelos usuários, de acordo com Potter et al. (1992), constitui a medida mais importante no desempenho de uma rede rodoviária, fornecendo respostas válidas para apoiar os órgãos responsáveis pela manutenção rodoviária. Carey e Irick (1960) afirmaram que apenas o julgamento de uma equipe de usuários pode estabelecer o nível de serviço de uma estrada.

Os índices de condição de rodovias não-pavimentadas ( $URCI$ ) das unidades amostrais e respectivos trechos, obtidos subjetivamente em campo ( $URCI_{EQUIPE}$ ) e também pelo método de Eaton et al. (1987a) –  $URCI_{EATON}$ , foram confrontados para análise da relação existente entre eles. Por meio desta análise, buscou-se verificar a eficiência da equipe de avaliadores para notificar as condições de serventia de estradas não-pavimentadas. Na Figura 4 apresentam-se os valores dos  $URCI$  obtidos das unidades amostrais, de acordo com o método de Eaton et al. (1987a) e as notas atribuídas às referidas unidades pela equipe de avaliação.

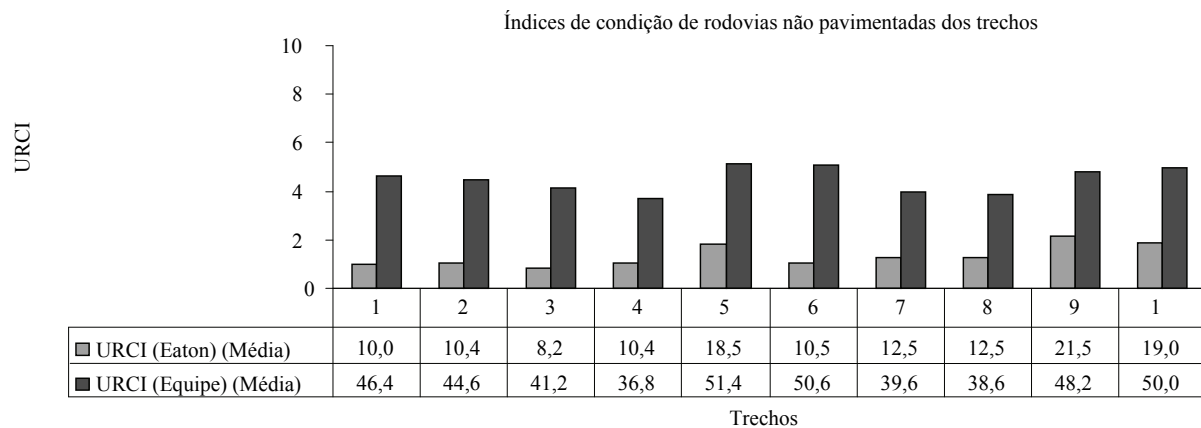
A Figura 5 apresenta os valores dos  $URCI$  dos trechos das estradas não-pavimentadas, obtidos pelo método de Eaton et al. (1987a), pelas médias dos  $URCI$  das unidades amostrais contidas em cada um desses trechos e pela equipe de avaliadores, pelas médias das notas atribuídas a cada trecho pelos seus componentes.

Na comparação entre as classificações das unidades amostrais e os trechos representados nas Figuras 4 e 5 existe uma disparidade significativa, o que reforça a afirmação de Oda (1995) sobre a necessidade de adaptação do método de Eaton et al. (1987a) às condições encontradas nas estradas não-pavimentadas brasileiras. Ratificando essa afirmação, também se observou que certos tipos de defeitos existentes nos trechos inspecionados não eram mencionados no método de Eaton et al. (1987a), o que tornou necessária uma aproximação a outros tipos de defeitos similares aos considerados no referido método.

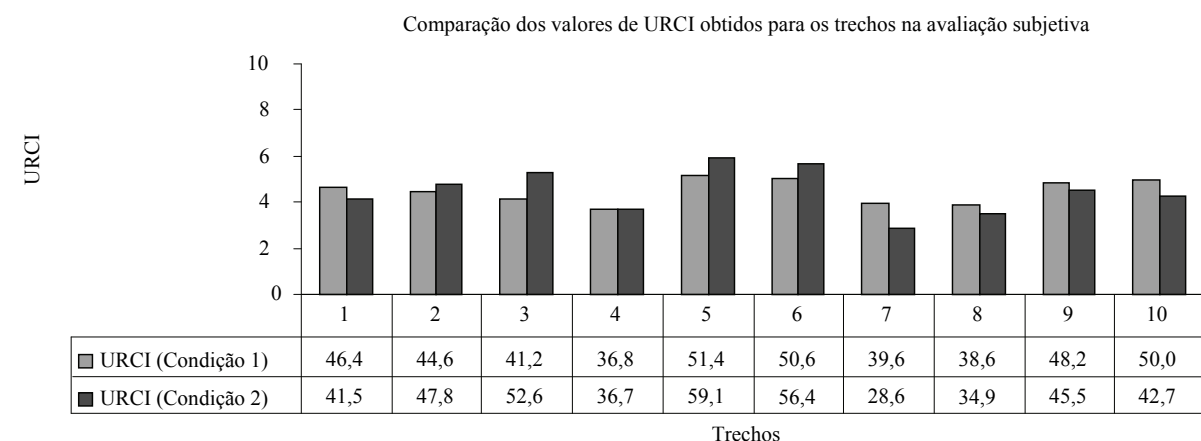
De acordo com Eaton et al. (1987a), as classificações dos trechos de estradas não-pavimentadas são obtidas a partir da média das classificações das unidades amostrais de cada trecho. Para verificar a representatividade das avaliações subjetivas da equipe de avaliação, foram calculados os  $URCI_{EQUIPE}$  de cada trecho sob duas condições: (i) a partir das médias das notas atribuídas pela referida equipe às suas unidades amostrais (condição 1) e (ii) a partir dos valores médios atribuídos diretamente ao trecho (condição 2). A Figura 6 apresenta as duas condições.



**Figura 4.** Valores de URCI obtidos das unidades amostrais dos trechos das estradas não-pavimentadas investigadas.



**Figura 5.** Valores de URCI obtidos dos trechos das estradas não-pavimentadas investigadas.



**Figura 6.** Comparação dos valores de URCI obtidos subjetivamente para os trechos das estradas não-pavimentadas.

Avaliando-se os resultados apresentados na Figura 6, observa-se que as avaliações subjetivas das unidades amostrais e dos trechos se mostraram satisfatórias, visto que os valores  $URCI_{EQUIPE}$  encontrados pelas duas condições anteriormente citadas foram bem próximos.

### Conclusão

Os resultados obtidos permitem concluir que a comparação entre os índices de condição de estradas

não-pavimentadas provenientes do método de Eaton et al. (1987a),  $URCI_{EATON}$ , e os atribuídos pela equipe de avaliação,  $URCI_{EQUIPE}$ , apresentaram valores discrepantes, o que reflete a necessidade de adaptação deste método às condições das estradas não-pavimentadas brasileiras. Assim, não se recomenda o uso do método de Eaton et al. (1987a) para o suporte e gerência de manutenção de estradas não-pavimentadas da rede de vias vicinais não-pavimentadas da área rural do município de Viçosa.

Outro aspecto de interesse é que com base nos valores de URCI<sub>EQUIPE</sub> apresentados na Figura 6, conclui-se que o critério de avaliação subjetiva aplicado aos trechos inspecionados nesta pesquisa denota coerência quanto às condições de suas serventias, refletindo adequadamente as condições de campo da superfície de rolamento das vias analisadas.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pela concessão da bolsa de pesquisa ao primeiro autor e ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa (DEC/UFV), pelo suporte técnico nas inspeções das estradas não-pavimentadas estudadas.

### Referências

- AETT-Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres. **Agência Nacional de Transportes Terrestres**. Brasília: Ministério dos Transportes, 2005.
- BAESSO, D. P.; GONÇALVES, F. L. R. **Estradas rurais**: técnicas adequadas de manutenção. Florianópolis: Deinfra-Departamento Estadual de Infraestrutura, 2003.
- CAREY, W. N.; IRICK, P. E. The pavement serviceability – performance concept. **Highway Research Board**, v. 1, n. 250, p. 40-58, 1960.
- EATON, R. A.; GERARD, S.; CATE, D. W. **Rating unsurfaced roads**: a field manual for measuring maintenance problems. Hanover: U. S. Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, 1987a. (Special Report, 87-15).
- EATON, R. A.; GERARD, S.; DATILLO, R. S. A method for rating unsurfaced roads. **Transportation Research Record**, v. 2, n. 1106, p. 34-42, 1987b.
- EATON, R. A. **Development of the unsurfaced roads rating methodology**. Hanover: U. S. Army Corps of Engineers, 1988. (Special Report 88-5).
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre a população**. 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 mai. 2010.
- GREENSTEIN, J.; HUDSON, S. W. Quality assurance procedures related to administration of unsurfaced roads. **Transportation Research Record**, v. 1434, n. 4, p. 85-91, 1994.
- HASS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIESWSKI, J. **Modern Pavement Management**. Malabar: Krieger Publishing Company, 1994.
- LOPES, E. S.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. Classificação e custo de estradas em florestas plantadas na região sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 329-338, 2002.
- ODA, S. **Caracterização de uma rede municipal de estradas não pavimentadas**. 1995. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.
- OLIVEIRA, R. J.; MACHADO, C. C.; CARVALHO, C. A. B.; LIMA, D. C. Metodologias de previsão de defeitos em estradas florestais e levantamento da malha florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 39-51.
- POTTER, D.; HANNAY, R.; CAIRNEY, P.; MARKAROV, A. An investigation of car user's perceptions of the ride quality of roads. **Road and Transport Research**, v. 1, n. 1, p. 56-72, 1992.
- TRINDADE, T. P.; LIMA, D. C.; MACHADO, C. C.; CARVALHO, C. A. B.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, M. P. F.; CANESCHI, F. P. Estudo da durabilidade de misturas solo - RBI grade 81 com vistas à aplicação em estradas florestais e camada de pavimentos convencionais. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 591-600, 2005.
- VIVIANI, E. **A Utilização de um sistema de informação geográfica como auxílio à gerência de manutenção de estradas rurais não pavimentadas**. 1998. 292f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- WEAVER, R. J.; CLARK, R. O. **Psychophysical scaling of pavement serviceability**. Official Insurance n. 7.41-6-SEM9/77. New York: Department of Transportation, 1977.

Received on June 3, 2010.

Accepted on September 29, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.