

UMA ANÁLISE DE AVALIAÇÕES SUBJETIVAS EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS

Heliana Barbosa Fontenele

Manoel Henrique Alba Sória

Escola de Engenharia de São Carlos - USP

RESUMO

Este trabalho trata da análise de coerência das avaliações subjetivas realizadas por um painel de avaliação em estradas não pavimentadas do município de São Carlos-SP. Neste estudo, o painel atribuiu notas para a condição superficial de 14 trechos experimentais e 140 unidades amostrais de 30 m de comprimento pertencentes a tais trechos. Os resultados obtidos foram analisados a partir de comparações do desempenho de cada avaliador, correlações entre as avaliações individuais e a do grupo e entre as avaliações subjetivas dos trechos e suas respectivas unidades amostrais. Concluiu-se, para este estudo, que as dispersões verificadas entre os avaliadores são aceitáveis e que a avaliação subjetiva global do trecho tem uma boa correlação com a avaliação subjetiva do conjunto das unidades amostrais que o compõem, indicando a coerência das avaliações e a validade de uso de um painel para avaliar as condições da superfície de rolamento de estradas não pavimentadas.

1. INTRODUÇÃO

A partir do AASHO Road Test (experimento conduzido na pista experimental da *American Association of State Highway Officials* nos anos de 1958 a 1961) ficou reconhecido o papel do usuário na formulação de notas para representar a serventia do pavimento. Desde então, significativa importância tem sido dada à satisfação do usuário quanto a qualidade de viagem proporcionada pela via como auxílio à gerência, permitindo, dessa maneira, que as seções que precisam de melhorias sejam conhecidas e priorizadas.

Em decorrência da subjetividade envolvida no processo, um certo número de fatores pode distorcer o julgamento dos usuários a vários graus, tornando a medição da qualidade de viagem um pouco mais difícil, mas ainda quantificável. Uma das alternativas para evitar tais distorções e, conseqüentemente, um comprometimento dos resultados, é a definição de um adequado planejamento do procedimento em campo, indo desde a escolha dos usuários e seu treinamento à escolha dos segmentos a serem avaliados.

Sabendo-se que ao longo do mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, o escoamento da produção agrícola, a distribuição de alimentos, o fornecimento de serviços de saúde, educação e lazer nas regiões rurais dependem muito das estradas não pavimentadas, surge a importância de avaliar o emprego de avaliações subjetivas para quantificar as condições da superfície dessas estradas.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar a coerência das avaliações subjetivas conduzidas em algumas estradas não pavimentadas no município de São Carlos, bem como a validade do uso de um painel de avaliadores para tal avaliação. As estradas foram selecionadas dentro de uma rede de estradas de terra de aproximadamente 750 km.

2. AS ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS

2.1. Características

As estradas não pavimentadas são caracterizadas, de acordo com DOBSON & POSTILL (1983), como estradas de baixo volume por apresentarem tráfego diário médio de 0 a 400 veículos. A sua constituição é geralmente de solo local, com ou sem adição de agregados, e sem nenhum tipo de revestimento asfáltico ou de concreto.

Suas larguras variam muito e são modificadas de acordo com a necessidade local. DOBSON & POSTILL (1983) também apontam que os limites de velocidade nessas estradas não são estabelecidos, assim a maioria dos usuários utiliza, de acordo com as condições da superfície e de visibilidade da estrada, os limites comuns às estradas pavimentadas.

Essas estradas, que possuem um tempo de duração de cerca de 10% do tempo de vida das estradas pavimentadas, representam grande parte da rede rodoviária dos países e, geralmente, estão localizadas nas áreas rurais. De acordo com dados do GEIPOT (2000), tais estradas representam cerca de 90,5% da malha rodoviária brasileira; dessa porcentagem 11% pertencem ao Estado de São Paulo.

2.2. Manutenção

A manutenção de estradas visa diminuir a deterioração da via prolongando sua vida útil e reduzir os prejuízos decorrentes da má condição da estrada; prejuízos estes que envolvem não só os custos operacionais dos veículos, mas o prejuízo social devido à interrupção do transporte entre campo e cidade que conduzem crianças e professores às escolas, pacientes aos hospitais e tantos outros.

A manutenção das estradas municipais não pavimentadas, segundo o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, DER/SP (1987), é geralmente limitada às práticas emergenciais (recomposição do corpo estradal) e à manutenção corretiva de rotina (limpeza de valetas e sarjetas, recomposição dos dispositivos de drenagem, reconformação da plataforma). A manutenção preventiva periódica (melhoria do traçado, proteção à erosão, obras de drenagem, etc.) só é realizada em casos excepcionais.

3. AVALIAÇÃO SUBJETIVA

3.1. O processo de realização

Na avaliação subjetiva a condição da superfície de um pavimento, ou serventia, é determinada segundo o ponto de vista dos usuários, ou seja, de acordo com a percepção da qualidade (conforto) de viagem observada durante o percurso sobre a seção da estrada analisada.

A serventia de uma determinada seção da estrada é expressa através de um valor definido por CAREY & IRICK (1960) como *Present Serviceability Rating* (PSR) ou, segundo normalizado no

Brasil pela norma PRO 007-94 do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, Valor de Serventia Atual (VSA). Ambos índices variam numa escala de 0 a 5, onde 0 significa péssimo e 5 muito bom.

Durante a avaliação não deverá haver nenhum tipo de comentário entre os avaliadores, sendo que estes devem considerar somente o estado atual da superfície, ignorando o seu futuro. Segundo a norma DNER-PRO 007/94, não devem ser considerados também o aspecto do projeto geométrico, a resistência à derrapagem do revestimento, os cruzamentos rodoviários, as irregularidades nos acessos das pontes e aquelas ocasionais devido a recalques de bueiros; mas sim, os buracos, saliências, irregularidades transversais e longitudinais da superfície.

A avaliação deve ser realizada sob condições climáticas favoráveis, ou seja, sem chuva ou nevoeiro por membros de um painel de avaliação devidamente treinados para representar a opinião dos usuários de uma rodovia. Finalizada a avaliação em campo, o valor de serventia atual é obtido através da média de notas atribuídas ao pavimento.

3.2. Os aspectos psicológicos envolvidos

A formação do juízo de cada avaliador está ligada a certos fatores de ordem externa que os influenciam psicologicamente na atribuição de suas impressões.

O avaliador passa por todo um processo durante seu julgamento. Esse processo envolve a interação entre veículo, perfil longitudinal da superfície do pavimento e próprio avaliador. Essa interação dinâmica é responsável pelo envio de um estímulo físico ao usuário (vibrações transmitidas pelo veículo ao se movimentar pelo pavimento) e a geração de contínuas sensações. Mas nem sempre quando o mesmo estímulo é enviado ao avaliador em diferentes condições esse produz a mesma sensação, é justamente neste ponto que se percebe nitidamente a subjetividade do processo (NAIR & HUDSON, 1986).

O julgamento começa, ainda segundo NAIR & HUDSON (1986), quando estímulos psicológicos são recebidos pelo avaliador a partir das ações do experimentador, de suas instruções e dos estímulos provenientes do objeto avaliado. Neste ponto o avaliador então reage formando o juízo (notas) sobre a qualidade do pavimento.

3.3. Planejando a avaliação

3.3.1. Determinação do painel de avaliação

Na determinação do painel basicamente dois pontos devem ser observados: seu tamanho e sua composição; tendo em vista a redução de prováveis erros na classificação subjetiva das estradas.

Nos estudos de NAKAMURA & MICHAEL (1963), WEAVER & CLARK (1977), RIVERSON et al. (1987), PEREIRA & DELANNE (1999) e FONTENELE (2001) a opinião da formação de um painel com poucos avaliadores é defendida. A partir desses trabalhos a utilização de painéis com 3 ou no máximo 10 avaliadores é considerada suficiente para obter resultados confiáveis.

Quanto à composição, grande importância deve ser dada à escolha dos membros do painel de avaliação, afinal eles serão responsáveis pela representação da opinião de todos os usuários daquela estrada. CAREY & IRICK (1960) sugerem que os indivíduos sejam selecionados de vários segmentos de usuários com opiniões e atitudes divergentes, levando em consideração, segundo WEAVER (1979), a habilidade de ser sincero, fazer julgamentos independentes e seguir instruções simples.

3.3.2. Treinamento do painel

O objetivo do treinamento é definir, clara e precisamente, os aspectos envolvidos na avaliação para que os avaliadores fiquem cientes das regras e definições da avaliação antes de partirem definitivamente ao campo. De acordo com JANOFF & NICK (1985), o treinamento deve consistir das seguintes explicações:

- A característica da qualidade de viagem sendo avaliada;
- A forma de utilização da escala que será empregada;
- O processo de avaliação, incluindo as respostas às questões relativas a este processo;
- A confidencialidade das avaliações;
- As definições que os avaliadores devem compreender;
- Qualquer questão que os avaliadores poderão apresentar relativas às suas atividades, aos procedimentos, definições etc.

As diretrizes devem ser dadas aos avaliadores no início de cada período de avaliação a partir de um manual de instruções para remover o efeito de interpretação pessoal dos experimentadores. As questões provenientes durante o estudo devem ser esclarecidas pelo experimentador condutor da pesquisa sempre a todos os avaliadores uniformemente.

3.3.3. Escolha dos segmentos

Avaliar subjetivamente toda a extensão de uma rede rodoviária significaria um tempo relativamente grande para sua conclusão, como também implicaria em elevados custos. Deste modo, na maioria dos estudos são determinadas amostras consideradas como as mais representativas da extensão total da rede rodoviária.

Para a determinação dessa amostra é necessária a observação de um determinado número de parâmetros que permitam definir satisfatoriamente os segmentos para o estudo. Segundo PEREIRA & DELANNE (1999), os parâmetros mais importantes se referem a: extensão; número e características físicas.

WEAVER & CLARK (1977) salientam que um tamanho mínimo de segmento de estudo deve ser escolhido que permita que o avaliador tenha tempo suficiente para adquirir uma percepção estabilizada do estímulo transmitido a partir da superfície do pavimento. Quando a extensão é muito elevada o avaliador corre o risco de “esquecer” o estímulo inicial, levando em consideração apenas o estímulo percebido nos últimos metros do segmento avaliado.

O número de segmentos para qualquer tipo de estudo, segundo PEREIRA & DELANNE (1999), deveria ser o maior possível para que fossem obtidos resultados com maior validade estatística, mas

por razões de racionalização de recursos este número pode ser reduzido ao mínimo considerado suficiente. A quantidade de segmentos utilizadas em diferentes estudos varia bastante, na ordem de 18, 24, 31 até 50 ou mais.

As características físicas dos segmentos utilizados na avaliação devem ser analisadas com cuidado para que não influenciem no resultado final da avaliação do painel. Esses segmentos devem ser relativamente homogêneos e não devem conter características muito diferentes dos metros que o antecedem para que sua avaliação não seja influenciada (WEAVER & CLARK, 1977).

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após um preliminar reconhecimento, cinco estradas foram escolhidas com base na facilidade de localização, na boa variedade de solos e na proximidade à cidade. Em tais estradas, 14 trechos com 300 m de comprimento foram selecionados e divididos em 10 unidades amostrais consecutivas de 30 m de comprimento. Os trechos de 300 m de extensão, visivelmente homogêneos e considerados como os mais problemáticos da estrada, foram demarcados no ponto inicial e final por piquetes de madeira pintados para facilitar a identificação, bem como as unidades amostrais.

Os trechos e unidades amostrais foram então submetidos à avaliação de um painel, composto de sete membros de ambos os sexos e pertencentes a área da pesquisa. Os avaliadores receberam um treinamento com o objetivo de fornecer as informações sobre o procedimento em campo, as condições necessárias para tal (considerar apenas o trecho ou unidade amostral sendo avaliada, não se distrair durante a avaliação, não revelar suas notas a outro avaliador etc.) e esclarecimentos das dúvidas existentes.

No campo, a inspeção foi dividida em duas etapas. A primeira consistiu do percurso dos avaliadores nos trechos de 300 m em um mesmo veículo, a uma velocidade constante de 40 km/h, e a atribuição de uma nota que expressasse a qualidade de viagem daquele trecho. Na segunda etapa foi feita a avaliação subjetiva das unidades amostrais, onde os avaliadores partiam do ponto inicial de cada unidade amostral percorrendo-a a pé, observando a condição da superfície e atribuindo-lhe uma nota que descrevesse sua opinião quanto ao estado da superfície de cada uma. A Tabela 1 contém a escala utilizada na atribuição de notas aos trechos e unidades amostrais.

Tabela 1: Escala de classificação para os trechos e unidades amostrais.

Notas	Classificação
0-10	Péssima
11-25	Muito Ruim
26-40	Ruim
41-55	Regular
56-70	Boa
71-85	Muito Boa
86-100	Excelente

5. RESULTADOS

5.1. Unidades amostrais

Durante o levantamento de campo 140 unidades amostrais foram avaliadas, resultando num total de 980 notas. No gráfico da Figura 1 mostra-se a distribuição das notas, ordenadas de acordo com a média, atribuídas pelos sete avaliadores.

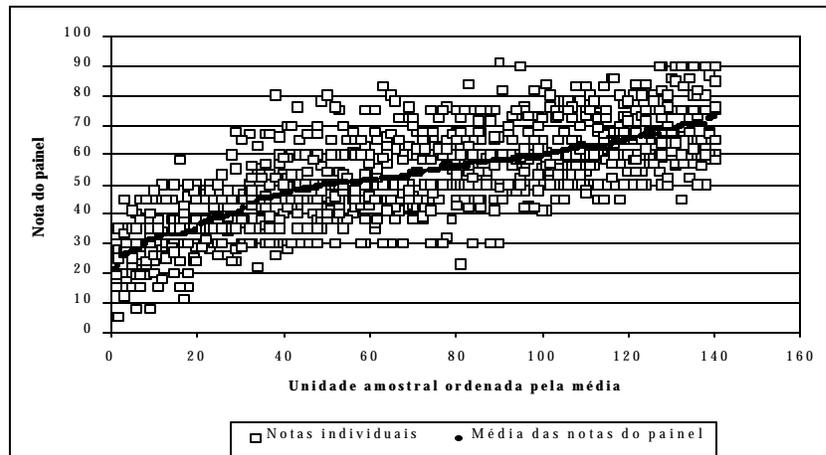


Figura 1: Notas atribuídas às unidades amostrais.

A partir da distribuição de frequência da Figura 2 percebe-se uma boa distribuição dos dados em torno da média e a conformação com a curva normal (para a mesma média, $\mu = 51,89$, e o mesmo desvio padrão, $\sigma = 10,89$). O desvio padrão, aparentemente alto, é considerado aceitável devido à natureza complexa do problema abordado.

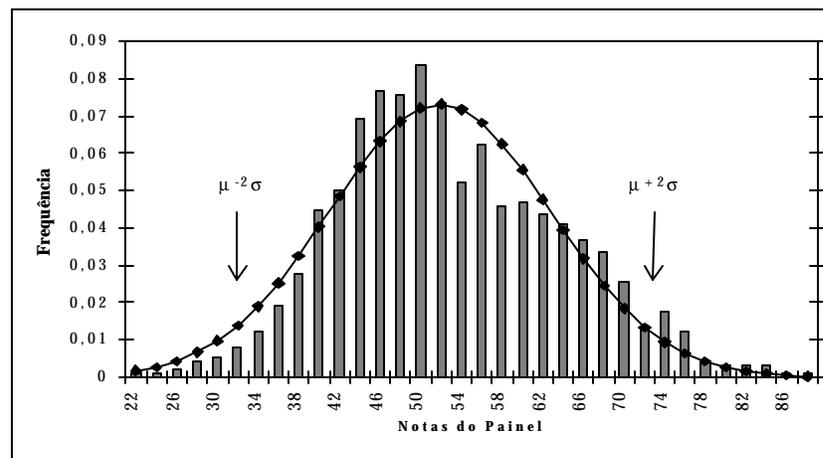


Figura 2: Distribuição de frequência para as unidades amostrais.

A coerência e dispersão dos dados da avaliação das unidades amostrais pode ser verificada no gráfico da Figura 3, onde o valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,5594$) e o respectivo coeficiente de correlação ($R = 0,75$) representam um certo grau de correlação entre a nota dada por cada membro e a média obtida em cada unidade amostral.

Uma análise comparativa do desempenho de cada avaliador pode ser feita a partir das Figuras 4 e 5.

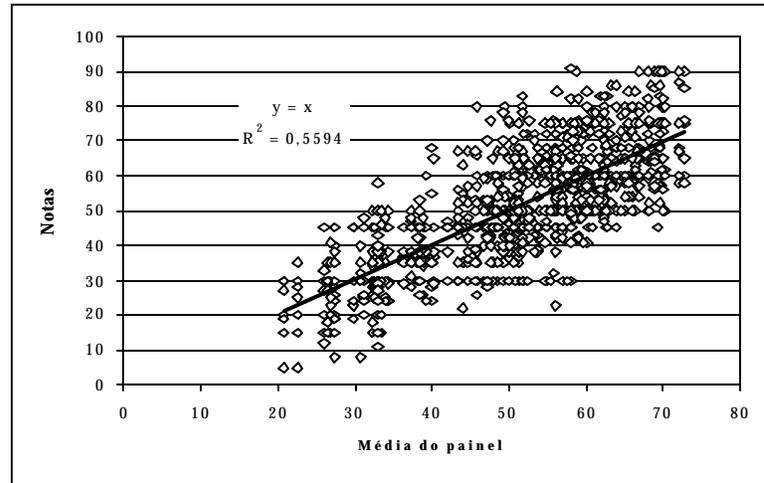


Figura 3: Correlação entre as notas das unidades amostrais.

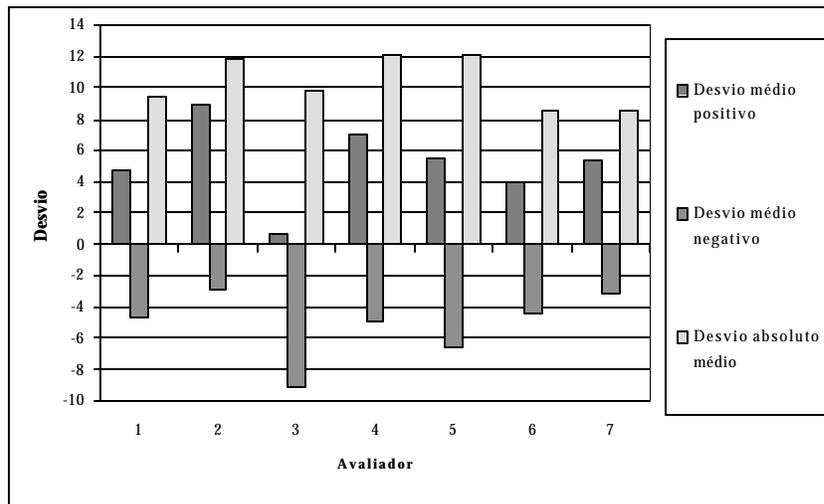


Figura 4: Desvios de cada avaliador na atribuição de notas às unidades amostrais.

A partir deste diagrama percebe-se que o avaliador 03 tem um acentuado desvio negativo, ou seja, a maioria de suas notas está abaixo da média. Nota-se que a maioria dos avaliadores mostrou homogeneidade na avaliação, tendo em vista um valor máximo tolerado para desvios absolutos médios de 10% da escala adotada na avaliação (10 pontos).

A partir da Figura 5 pode-se notar que a média do avaliador 03 é sensivelmente menor que a média dos outros avaliadores, confirmando o acentuado desvio negativo observado anteriormente. Os ava-

liadores 04 e 05, embora tenham boas médias, apresentam os maiores valores de coeficiente de variação, sendo que o valor relativo do coeficiente de variação pode ser estimado através da distância que separa o topo das duas barras – de desvio padrão e de média, sabendo-se que quando coincidirem o coeficiente de variação vale 0,25. Nesta avaliação a maioria dos avaliadores possui desvio padrão acima do valor tolerado (10% da escala de avaliação).

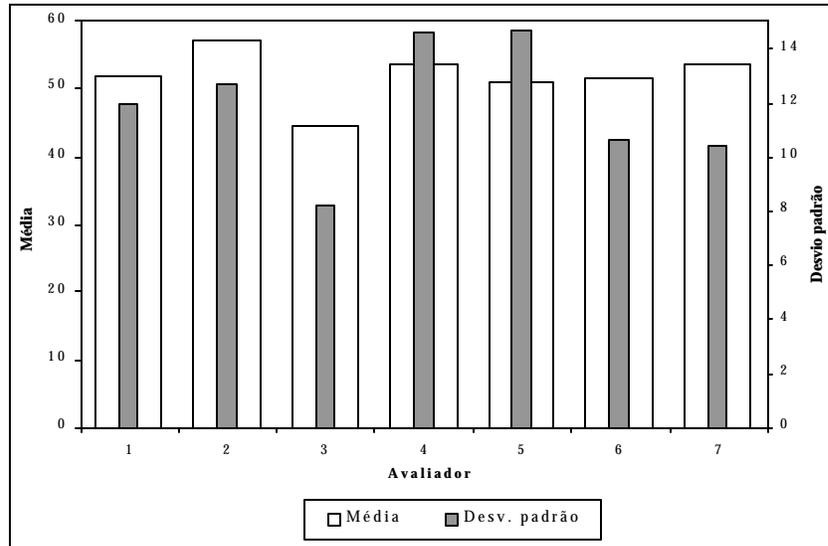


Figura 5: Comparação gráfica entre médias, desvios padrões e coeficientes de variação nas avaliações das unidades amostrais.

5.2. Trechos experimentais

Para o experimento, 14 trechos experimentais foram selecionados e classificados pelos avaliadores. Seguindo esse processo um total de 98 notas foram atribuídas, ou seja, sete para cada um dos 14 trechos. Na Figura 6 estão representadas as 98 notas ordenadas pela média das notas obtidas em cada trecho, assumindo a média como a nota ideal para a caracterização do seu estado. Este procedimento permitiu visualizar a linha das médias que é crescente à direita.

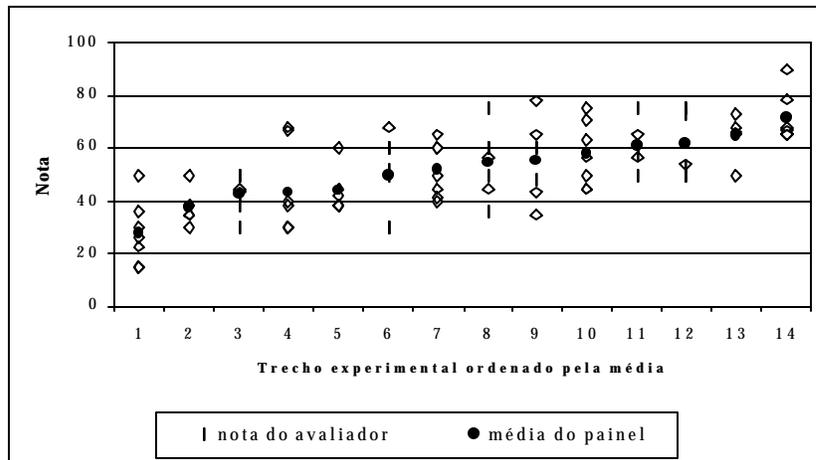


Figura 6: Notas atribuídas aos trechos experimentais.

A representação gráfica da distribuição de frequência, ilustrada na Figura 7, permite verificar uma boa distribuição dos dados em torno da média e a conformação com a curva normal (para a mesma média, $\mu = 51,61$, e o mesmo desvio padrão, $\sigma = 10,50$). A partir de um certo sentimento sobre a avaliação subjetiva dos trechos avaliados, os desvios em cada trecho são considerados dentro de um limite aceitável. Percebe-se também que a distribuição de frequências não tem uma assimetria tão acentuada, pois a média da população não se afasta muito da sua mediana ($Md = 50,00$).

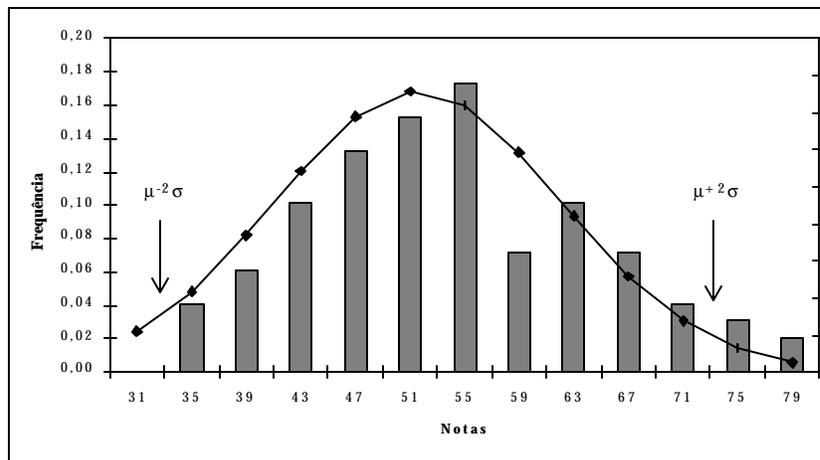


Figura 7: Distribuição de frequência para os trechos experimentais.

Verifica-se na Figura 8 a coerência e dispersão das notas atribuídas aos trechos a partir do cálculo do coeficiente de correlação entre as médias obtidas em cada um dos trechos experimentais e as respectivas notas individuais. O valor de R (coeficiente de correlação) obtido é igual a 0,73, valor considerado satisfatório.

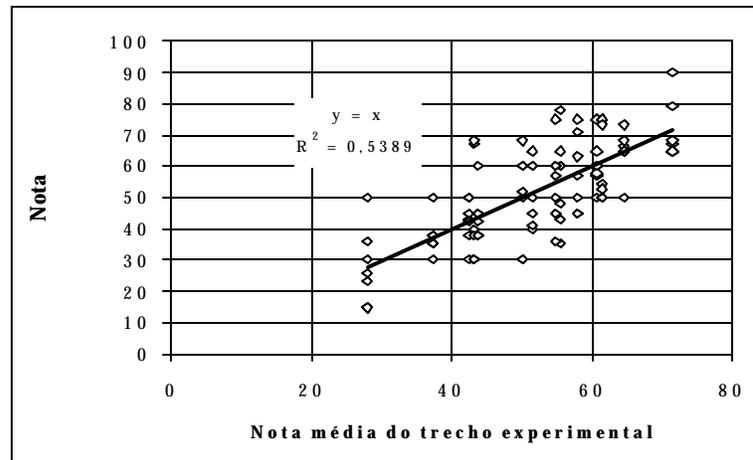


Figura 8: Correlação entre as médias e notas atribuídas aos trechos experimentais.

Para a avaliação subjetiva dos trechos experimentais, assim como nas unidades amostrais, foram feitas análises comparativas do desempenho dos avaliadores. A partir das Figuras 9 e 10 os resultados obtidos podem ser visualizados graficamente.

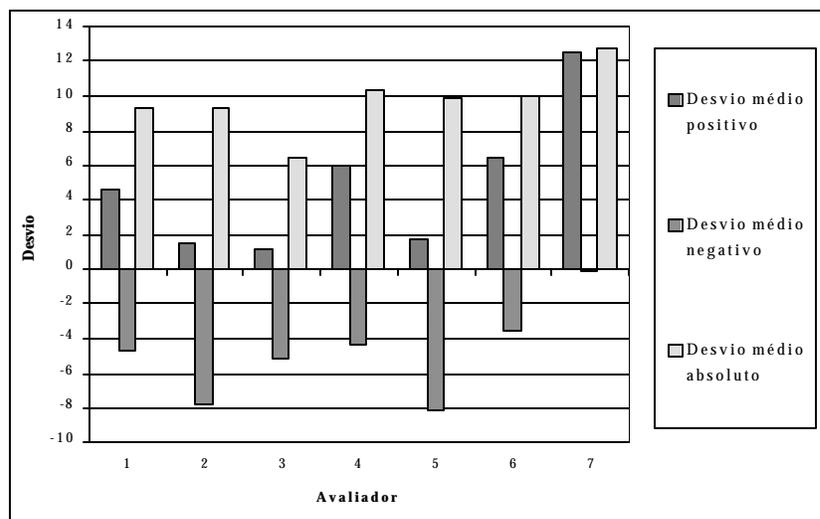


Figura 9: Desvios de cada avaliador na atribuição de notas aos trechos experimentais.

Analisando a Figura 9 percebe-se que o único que apresenta um certo equilíbrio entre os desvios negativos e positivos é o avaliador 01. O avaliador 07 apresenta um elevado desvio positivo (maioria de notas superiores à média), com o maior valor de desvio absoluto médio. De um modo geral, verifica-se que os avaliadores tenderam a notas inferiores à média, com avaliação homogênea (consideração de desvio aceitável de 10% da escala de avaliação) e com desvio absoluto médio inferior a 10% da escala adotada (10 pontos).

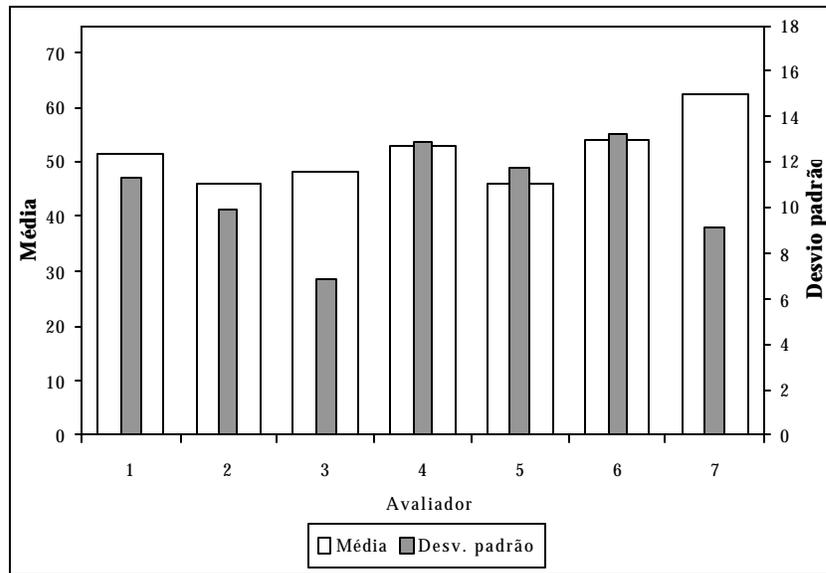


Figura 10: Comparação gráfica entre médias, desvios padrões e coeficientes de variação nas avaliações dos trechos experimentais.

Pela Figura 10, nota-se que o avaliador 07 possui a maior média do grupo, espelhando o acentuado desvio positivo, além de, junto ao avaliador 03, apresentar os menores desvios padrões. O avaliador 01, apesar de apresentar a melhor média, não possui um desvio padrão aceitável, ou seja, inferior a 10 pontos. Tendo em vista que devido à escala usada, quando a barra de desvio padrão ultrapassa a da média o coeficiente de variação é superior a 0,24; o avaliador 05 apresentou o maior coeficiente dentre todos os avaliadores. Na avaliação dos trechos a maioria dos avaliadores teve um desvio padrão acima do valor máximo aceitável.

5.3. Comparação entre as avaliações subjetivas dos trechos e unidades amostrais

A Figura 11 contém o resultado da correlação feita entre as classificações dos trechos e as classificações calculadas a partir média das notas dadas às unidades amostrais contidas em cada um dos trechos. Um coeficiente de determinação R^2 igual a 0,6393 e respectivo coeficiente de correlação R igual a 0,80 foi obtido, o que permite concluir que a avaliação subjetiva global do trecho tem uma boa correlação com a avaliação subjetiva do conjunto das unidades amostrais que o compõem, indicando, a coerência na avaliação do painel de avaliadores.

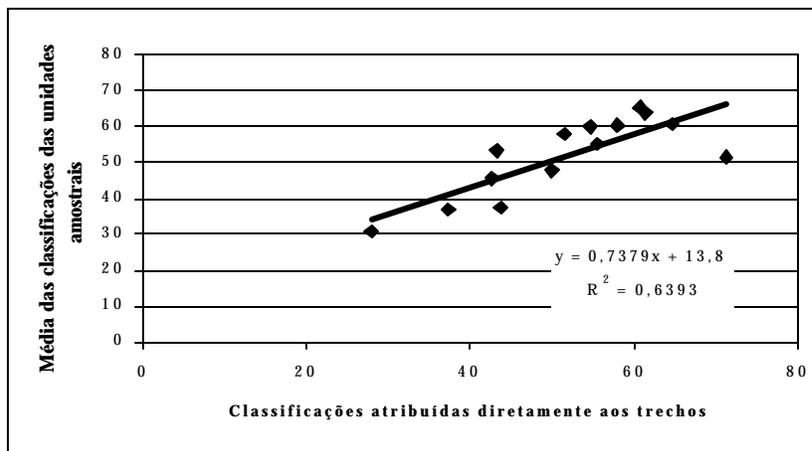


Figura 11: Gráfico de correlação entre as avaliações subjetivas dos trechos e unidades amostrais.

6. CONCLUSÕES

As avaliações subjetivas conduzidas neste trabalho foram consideradas coerentes, sendo obtidos razoáveis coeficientes de correlação entre as notas individuais e a nota média do grupo. Os desvios absolutos médios de cada avaliador, na maioria, não foram superiores ao valor determinado como limite (10% da escala de 0 a 100 pontos utilizada na avaliação), concluindo haver relativa homogeneidade nas avaliações.

Nas unidades amostrais, a maioria dos avaliadores tendeu a notas superiores à média, o que permite afirmar que as classificações atribuídas individualmente foram, de acordo com a escala de classificação, mais otimistas que a classificação média dos outros componentes do grupo de avaliação. Já na avaliação dos trechos ocorreu o inverso, a maioria dos avaliadores tendeu a notas inferiores à média, ou seja, foram mais pessimistas.

As diferenças entre as avaliações de cada avaliador já eram esperadas e são perfeitamente compreensíveis, visto que um avaliador tende a avaliar melhor que outros, mas desde que dentro de um certo limite de variação. Notou-se também que alguns membros se distanciaram da avaliação média do restante do grupo, mas com isso não pode ser afirmado que a melhor solução seria retirá-los, para tanto seria necessário um estudo mais aprofundado para verificar a validade de suas inclusões no grupo. Além disso, as dispersões entre os avaliadores podem ser atribuídas ao fato do grande número de intervalos da escala de classificação e à inexperiência dos membros do painel, como também à fadiga dos avaliadores, pois as avaliações foram feitas durante todo o dia.

De uma forma geral, afirma-se que o uso de um painel de avaliadores, desde que treinados, pode ser utilizado para avaliação de trechos de estradas de terra. As avaliações subjetivas do painel foram consideradas, neste estudo, como válidas para representar as condições de trechos de uma estrada não pavimentada de 30 a 300 m de comprimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, aos técnicos do Laboratório de Estradas deste departamento e aos demais avaliadores de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAREY, W.N; IRICK, P.E. (1960). "The pavement serviceability – performance concept". *Highway Research Board*, n. 250, p. 40-58.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO - DER/SP (1987). *Manual Básico de Estradas Vicinais – Conservação*.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1994). DNER-PRO 007/94 – "Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos". Rio de Janeiro, RJ.
- DOBSON, E. F.; POSTILL, L. J. (1983). "Classification of Unpaved Roads in Ontario". *Transportation Research Record* 898, p. 36-46.
- FONTENELE, H. B. (2001). "Estudo para adaptação de um método de classificação de estradas não pavimentadas às condições do município de São Carlos/SP". São Carlos. 227 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GEIPOT. (2000). *Anuário Estatístico dos Transportes*. <http://www.geipot.gov.br> (20 Out.).
- JANOFF, M.; NICK, J. (1985). "Effects of vehicle and driver characteristics on the subjective evaluation of road roughness". *Measuring Road Roughness and Its Effects on User Cost and Comfort, ASTM STP 884*. T. P. Gillespie and Michael Sayers Eds., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, p. 111-126.
- NAIR, S. K.; HUDSON, W. R. (1986). "Serviceability Prediction from user-based Evaluations of Pavement Ride Quality". *Transportation Research Record* 1084, p. 66-75.
- NAKAMURA, V. F.; MICHAEL, H. L. (1963). "Serviceability Ratings of Highway Pavements". *Highway Research Record* 40, p. 21-36.
- PEREIRA, P.; DELANNE, Y. (1999). "Caracterização da Irregularidade Longitudinal dos Pavimentos Rodoviários – Definições e Especificações". Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho.
- RIVERSON, J. D. N.; SINHA, K. C.; SCHOLER, C. F.; ANDERSON, V. L. (1987). "Evaluation of Subjective Rating of Unpaved County Roads in Indiana". *Transportation Research Record* 1128, p. 53-61.
- WEAVER, R. J. (1979). "Quantifying Pavement Serviceability As It Is Judged By Highway Users". *Transportation Research Record* 715, p. 37-44.
- WEAVER, R. J.; CLARK, R. O. (1977). "Psychophysical scaling of pavement serviceability". Official Insurance n° 7.41-6-SEM9/77, New York State Department of Transportation, Albany, New York.

Heliana Barbosa Fontenele (heliana@sc.usp.br)
 Aluna de Pós Graduação (Doutorado)
 Manoel Henrique Alba Sória (mane@sc.usp.br)
 Professor Associado

EESC/USP - Departamento de Transportes
 Av. Trabalhador São Carlense, 400
 CEP 13566-590 – São Carlos – SP
 fone: (016) 273 9613