

**34ª Reunião Anual de Pavimentação**  
**Campinas, SP**  
**Agosto de 2003**

**CONSEQUÊNCIAS DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO NA QUALIDADE DE  
SERVICOS PRESTADOS PELO PAVIMENTO**

**Autores:**

José Bernardes Felex

Marilda Serra Avalos

**Seção Técnica:** Manutenção, gerência de pavimentos

## CONSEQUÊNCIAS DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO NA QUALIDADE DE SERVICOS PRESTADOS PELO PAVIMENTO

Autores:

José Bernardes Felex<sup>1</sup>

Marilda Serra Avalos<sup>2</sup>

F 312c

### RESUMO

O trabalho relata e discute informações obtidas em diversos estudos cujo objetivo comum foi mostrar que o uso de conceitos clássicos de gerência de pavimentos, somados aos de auditoria de qualidade e processos estatísticos podem contribuir para identificar itens que facilitem a obtenção de informação útil para orientar soluções de construção, manutenção ou controle de estado de componentes de rodovias. As relações entre medidas de variáveis que descrevem componentes de rodovias podem orientar recomendações que contribuam para a qualidade de viagem, por entrosar consequências de uso de medidas técnicas com ações para atender às expectativas e necessidades dos que julgam a viagem. Os raciocínios foram, nos trabalhos discutidos, orientados por estudos de casos em setenta e três quilômetros de rodovias vicinais próximas a Araraquara, estado de São Paulo. Conclui-se que o nível para qualidade de viagens, medido usando notas atribuídas por avaliadores, pode ser usado não só para busca de expressão de necessidades e expectativas de motoristas e passageiros, como também para classificar o grau de participação de atributos associados à forma da via, ou estado de pavimento, na formação da distribuição de juízos sobre a qualidade da rodovia e pavimentos. Também, mostra-se que o uso da técnica e dos conceitos sobre auditoria, em conjunto com técnicas estatísticas como a formação de escalas com uso da distribuição normal, as análises de regressão ou de correlação canônica podem contribuir para classificar medidas ou contagens sobre variáveis que descrevem características físicas de rodovias do ponto de vista de conforto e segurança a motoristas e passageiros. Sugere-se e relata-se um plano de trabalho para verificar as consequências de ações de reconstrução e manutenção em rodovias.

Autores:

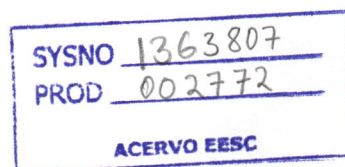
1 Professor Titular, Escola de Engenharia de São Carlos USP  
e-mail: [felex@usp.br](mailto:felex@usp.br)

2 Professor Adjunto IV, Universidade Federal de Mato Grosso  
e-mail: [mserra@sc.usp.br](mailto:mserra@sc.usp.br)

**Palavras-chave:** pavimentos, qualidade de viagem, avaliação

1216

1363807  
260304



## 1 Introdução

A norma NBR ISO 8402 (ABNT, 1994a) sugere o termo "qualidade" para expressar "nível de adequação ao uso". A expressão "nível de qualidade de viagem em rodovias" é aqui usada para expressar "nível para adequação ao uso de componentes constituintes de rodovias para viagens seguras e confortáveis".

Quem viaja por rodovias forma sensações de conforto e segurança. Quem viaja, "sente" a viagem. Quem sente a viagem, tem o potencial de julgar esse deslocamento. Esse processo se confunde com o de formação da "sensação" sobre qualidade de viagens.

A sensação de qualidade de viagens é diferente pessoa a pessoa. Mas, o que se sente são as conseqüências de ações físicas entre o pneu do veículo e o revestimento do pavimento por onde se trafega. Cada indivíduo sente de forma diferente esta ação mecânica. São dois processos diferentes e independentes: a ação entre o pneu e o pavimento e a formação da sensação por quem viaja. Assim, cada um forma sua opinião sobre qualidade da ação entre pneu e o revestimento da rodovia: isso pode ser útil para orientar processos de levantamento de opiniões sobre conforto e segurança de viagens através de notas atribuídas por usuários de rodovias, ou avaliadores treinados.

Durante o movimento de veículos, as vibrações, transmitidas pela suspensão, são um estímulo físico que provoca sensações contínuas no usuário que viaja por rodovia. Essas vibrações são provocadas pelo contato entre pneus e pavimento durante o movimento de veículos. Como a vibração é transmitida de diferentes formas, nem sempre é sentido o mesmo volume de reações pelo usuário ao repetir o tráfego de veículo em dado trecho. As sensações dos usuários podem ser transformadas em notas. As diferenças entre notas atribuídas, por um único, ou diferentes indivíduos definem médias, variâncias e outras estatísticas que caracterizam os parâmetros de controle das distribuições de notas sobre o comportamento de pavimentos (NAIR & HUDSON, 1986).

As notas atribuídas por diferentes indivíduos pertencerão a uma distribuição de medidas associada a diferentes opiniões. Entretanto, estes dados referem-se a um único revestimento de pavimento e conjunto de ações entre pneu e pavimento que pessoas sentem de maneiras diferentes. Pode-se dizer então: pessoas julgando a qualidade da viagem produzem uma distribuição de medidas que com parâmetros que poderiam ser usados para representar o julgamento da qualidade de viagem e expressar sensações que cada um tem ao viajar.

A nota atribuída por avaliadores pode ser uma expressão do "nível de qualidade de viagem em rodovias" usada para orientar avaliação técnica sobre componentes da rodovia. Segundo HAAS & HUDSON (1996), para que pavimentos "tenham boa qualidade", ou seja, prestem bom serviço, esses componentes de vias deverão satisfazer às necessidades de viagens seguras,

econômicas e confortáveis expressas por motoristas e passageiros. Um pavimento bem projetado e construído deve ser capaz de suportar cargas de tráfego, quando é dimensionado com o número de camadas e espessuras de componentes adequados.

O arcabouço teórico sugerido por CAREY & IRICK (1960) e também publicado em HRB (1961) relata um processo para avaliação do nível de qualidade de rodovias através de notas atribuídas por usuários, conforme conclusões de estudos sobre os experimentos na pista experimental da AASHO. Foi também discutido ou aplicado por outros autores como NAIR & HUDSON (1986); GARG et al. (1988); FWA & GAN (1989); GUALDA et al. (1992); AL-OMAR & DARTER (1994) e GULLEN et al. (1994) na avaliação de superfície de pavimento e estimativas de índices que expressem o nível para a qualidade de tráfego de veículos. O uso desses métodos pode fornecer critérios para projetos ou manutenção de rodovias. No Brasil, a atribuição de notas por avaliadores é especificada, por exemplo, em DNER (1978c). E, foi analisada e discutida, por exemplo, em MELO (1998).

## **2 Experimentos sobre qualidade de viagem**

72 quilômetros de rodovias vicinais, nas ligações: Araraquara à Gavião Peixoto, Gavião Peixoto à Nova Paulicéia, Nova Paulicéia à Nova Europa, Nova Europa à entrada da ligação entre Gavião Peixoto com o segmento entre Nova Europa à Via Washington Luís, no estado de São Paulo, vias de duas faixas para tráfego, foram observadas por um grupo de pesquisadores da Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. Do ponto de vista dos que levantaram os dados e documentos que descreviam as características dessas rodovias: o "estado" dos pavimentos variou entre "ótimo" e "péssimo"; a idade dos segmentos variou de meses a 26 anos; a largura de faixa para tráfego variou entre 3,00m a 3,50m. Dos acostamentos variou entre 1 a 2m; o raio de curva horizontal variou entre 26 e 1250m; a declividade longitudinal variou entre 0,5 a 9,9%; as superelevações variaram entre 0,5% e 10%; a velocidade declarada para projeto foi 60km/h.

Um primeiro conjunto de medidas sobre características dos segmentos estudados foi levantado e publicados em PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), e PALMA (2000). Estudaram-se itens sobre componentes desses segmentos rodovias e sua relação com a qualidade de viagens, expressos através de notas atribuídas por usuários treinados conforme sugerido em DNER (1978b). Complementaram esse conjunto os dados levantados e publicados em DARONCHO (2001).

Para amostragem, os segmentos foram subdivididos comprimentos de 600m, uma amostra de trinta e sete segmentos aleatória e heterogênea o que sugere que a distribuição de resultados sobre o conjunto de segmentos

deveria ser explicada por uma distribuição de probabilidades do tipo "normal". Sobre variáveis e medidas usadas para descrever características de componentes dos segmentos observados pode-se falar em resumo que:

- a) DNER (1977, 1978b, 1983a, 1994, 1999), descrevem procedimentos para a demarcação de segmentos de rodovias, avaliações da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, sugerem a terminologia sobre defeitos nos pavimentos; definem itens sobre a geometria de rodovias.
- b) Comprimentos, raios, larguras, declividades, etc. são medidas efetuadas usando instrumentos simples como trena, clinômetro, etc.
- c) Dados e estimativas sobre a hidráulica de canais podem ser obtidos usando conceitos e processos de cálculos expostos em FHWA (1983, 1986, 1991) e preparados para uso em computador conforme exposto em HAESTAD METHODS (1999);
- d) A obtenção de distribuições de ocorrência e classificação dos defeitos em superfície de pavimentos usa métodos emitidos por órgãos que especificam a avaliação de vias, e dentre os documentos que orientaram essa ação destacam-se: ES 128/83 (DNER, 1983a), que sugere segmentos de 100m de comprimento em segmentos rodoviários de no mínimo 300m e no máximo 20km de comprimento; SHRP (1993), que sugere demarcações de segmentos com 152,50m de comprimento, sendo feito demarcações em intervalos de 15,25m até se atingir os 152,50m do segmento, assim sendo, o segmento terá 10 demarcações de 15,25m; AUSTROADS (1987), que não sugere um tamanho específico de segmento para se fazer análises; PRO 008/94 (DNER, 1994), que sugere segmentos localizados a cada 20m alternados em relação ao eixo da pista de rolamento (40 em 40m em cada faixa de tráfego), para rodovias de pista simples; amostra é demarcada 3m antes e 3m depois da estação, ou seja, têm-se segmentos de 6m de comprimento pela largura média de faixas de rolamento. Uma classificação para defeitos adotada consta do manual SHRP (1993), que expõe definições e conceitos sobre os tipos, métodos e processos para medir, contar e classificar defeitos. Também são úteis conceitos expostos AUSTROADS (1987), que relaciona nomes, sinônimos, definições, atributos e possíveis causas de defeitos.

Usando os critérios expostos acima os seguintes documentos publicam dados que podem ser usados para analisar qualidade de viagem nas vias estudadas:

- a) VASCONCELOS (2000), onde páginas 27 a 30 e 33 descreveram componentes da geometria em medidas sobre: tipo (tangente, curva à direita ou curva à esquerda), comprimentos, flecha de curva, raio de curva, declividade longitudinal, grau de curvatura, curvaturas, larguras de componentes.

- b) Além de medidas sobre componentes da geometria, FREITAS (2000), onde páginas 36, 37, 41 e 42, descreveram características de equipamentos para drenar e propriedades da seção transversal de rodovia: existência, estado de conservação, estado do revestimento, limpeza, capacidade, existência de acúmulo de água, obstáculos, erosão, saídas, presença de vegetação, declividades e declividades na seção transversal.
- c) PALMA (2000), onde páginas 64 a 73 descreveram componentes da drenagem em, para estimativas de vazão solicitante e infiltração: áreas contribuintes para vazão em canais longitudinais, coeficientes de escoamento superficial, vazões solicitantes de canais longitudinais. E, para estimativas de capacidade hidráulica de canais longitudinais e classificação de tipo de regime de fluxo, declividade de canais, "n" de Manning, capacidade de vazão de canais, energia específica de partículas de água e número de Froude.
- d) DARONCHO (2001), onde capítulos 2 e 3 descreveram defeitos de superfície do pavimento nas observações relatadas. Ocorreram nos segmentos observados os defeitos classificados como: afundamento de trilha de roda, degrau entre o acostamento e a faixa para tráfego, remendos, buracos, exsudação, desgaste, bombeamento, trincas longitudinais, transversais, por fadiga, em blocos, e de bordos.

### 3 Estatística para estudos sobre qualidade de viagem

Além de processos da estatística descritiva (médias, desvios padrão, etc.) podem ser usados outros processos para estudar relações entre as notas fornecidas por avaliadores e medidas sobre características dos segmentos observados. Dentre esses métodos estão:

- a) Escala para classificação a partir de opiniões de indivíduos a um valor de medida associada à distribuição de ocorrências de "classificações" obtidas ao acionar a escolha ou percepção sobre a ocorrência de características numéricas ou contagens sobre variáveis. A "escala" é um conceito de origem lógica para medidas. As "escalas" podem ser usadas para associar "medidas" a valor de característica abstrata de sujeitos observados. A "definição de escala" é processo de aplicação comum em estudos da Psicologia e da Educação - porque, nessas ciências "medem-se" expressões e julgamentos emitidos por indivíduos. Para "definição de escalas" destaca-se o uso de características e propriedades da distribuição normal de probabilidades conforme proposto por LIKERT (1932), que em resumo sugeriu: assumir que a distribuição normal explicaria a ocorrência de juízos emitidos por indivíduos; adotar freqüências relativas de ocorrência de respostas em intervalo de classe como estimativa das probabilidades de ocorrência

da classe entre as respostas possíveis para uma característica classificada; operar sobre a formulação teórica dos parâmetros da distribuição normal para estimar as ordenadas, ou seja, caracterizar a probabilidade de ocorrência de intervalo de classe; estimar a variável normal estandardizada a partir das ordenadas. Detalhes podem ser obtidos em PADULA (1999).

- b) A análise de regressão - o estudo de expressão numérica de relações entre medidas e contagens - foi a principal das técnicas usadas para obter respostas às questões acima formuladas. Análise de regressão para verificar duas questões básicas: a própria existência de relações entre as medidas, ou contagens, e notas em segmentos de vias; a existência e qualidade de expressão numérica para as relações observadas. A teoria usada para balizar o estudo sobre expressões de regressão está detalhada em HOFFMANN & VIEIRA (1977), páginas 107 a 132. Essa técnica foi usada em VASCONCELOS (2000), FREITAS (2000) e DARONCHO (2001).
- c) A análise de correlação canônica, que segundo HAIR et al. (1998), é "um modelo estatístico sobre múltiplas variáveis que facilita o estudo de inter-relações entre grupos de múltiplas variáveis dependentes e independentes. Enquanto a regressão múltipla prevê uma única variável dependente a partir de um grupo de múltiplas variáveis independentes, correlação canônica prevê, simultaneamente, múltiplas variáveis dependentes a partir de múltiplas variáveis independentes". Essa técnica foi aplicada em PADULA (2002).

#### **4 Aplicação de resultados do experimento efetuado:**

Os principais trabalhos publicados que usaram dados sobre o experimento relatado e os segmentos observados podem ser resumidos:

- a) FREITAS (2000), que relata análises sobre a relação entre notas sobre qualidade de viagens e variáveis que descrevem o formato da seção transversal e elementos específicos para drenar água de rodovias. Mostrou-se que o formato da seção transversal e os elementos específicos para drenar participam não só da condução e controle do fluxo de água, mas são percebidos na formação das sensações de conforto e segurança de viagem dos que usam as vias;
- b) VASCONCELOS (2000), que relata análises sobre a relação entre notas para qualidade de viagem e variáveis que descrevem a velocidade de veículos ou características do formato de seções transversais e longitudinais de rodovias. Mostrou-se que distribuições de notas à qualidade de viagem em segmentos de rodovia fornecidas por avaliadores treinados classificam a harmonia da geometria da via, grau de aceitação da forma da via na formação de sensações de conforto e segurança de motoristas e passageiros;

- c) PALMA (2000), que publica análises sobre a relação entre distribuição de notas sobre qualidade de viagem e variáveis que descrevem formato da seção transversal e medidas sobre variáveis que classifiquem o estado ou funcionamento de equipamentos para drenar água de chuva de rodovias. Mostrou-se que a distribuição de notas sobre qualidade de viagem, o formato da seção transversal e medidas sobre variáveis que classifiquem o estado ou funcionamento de equipamentos para drenar água superficial, podem identificar informações que contribuam para orientar manutenção ou construção de componentes de vias. Mostrou-se, também, que a classificação de variáveis cujas medidas qualifica relações entre movimento de água de chuva pela superfície das vias, quando associada a medidas sobre o formato da seção transversal e de elementos específicos para drenar, participam não só da condução e controle do fluxo de água, como são percebidos pelos Humanos e fornecem elementos que definem sensações de conforto e segurança dos que usam rodovias;
- d) PADULA (1999), que relata o uso de conceitos sobre auditoria para controlar análise e obtenção de escalas de medidas e classificação de estado de pavimento em função de nível para qualidade de viagem expresso por avaliadores treinados. A técnica estatística usada foi sugerida por LIKERT (1932), e é uma aplicação direta da montagem de escalas de medida usando a distribuição normal de probabilidades;
- e) DARONCHO (2001), que relata e discute resultados obtidos em tentativa para mostrar que distribuições estatísticas de contagens ou medidas sobre características de variáveis que descrevem defeitos na superfície de pavimentos, quando associadas às distribuições de notas atribuídas às viagens em segmentos de rodovias, podem ser úteis para análise da qualidade de viagens, e fornecer informações que contribuem para facilitar estudos sobre prioridades de manutenção em rodovias, identificar e sugerir ações para melhorar a eficiência e eficácia na conservação de rodovias;
- f) PADULA (2002), que relata e discute informação obtida em ações para tentar mostrar que o uso de conceitos sobre auditoria de qualidade e análise de correlação canônica pode contribuir para identificar itens que facilitem classificar tópicos para verificação de conformidade de especificações para construção ou controle de componentes de rodovias e para classificar medidas ou contagens sobre variáveis que descrevem características físicas de rodovias do ponto de vista de melhoria de conforto e segurança a motoristas e passageiros.

DARONCHO (2001), PALMA (2000), VASCONCELOS (2000) e FREITAS (2000) contêm relatos que usaram como principal técnica estatística a análise de regressão. PADULA (1999), a estatística descritiva e suas aplicações em processos de classificação; PADULA (2002), a análise de correlação canônica.



Para exemplificar, usando análise de regressão, PALMA (2000) relata que se pode estimar a nota atribuída por quem viaja pelos segmentos observados usando a expressão:

$$\begin{aligned} \text{Nota} = & 0,762 + 0,746X_1 + 0,003X_2 - 0,052X_3 - 0,091X_4 - 0,275X_5 - 0,149X_6 \\ & - 3,585X_7 - 0,825X_8 - 0,613X_9 - 14,197X_{10} + 10,365X_{11} + 0,009X_{12} + - 0,193 \\ & X_{13} - 0,018X_{14} + 10,852X_{15} - 0,355X_{16} + 0,032X_{17} + 0,517X_{18} \end{aligned}$$

Onde:  $X_1$  = largura do acostamento à esquerda,  $X_2$  = declividade da lateral à direita,  $X_3$  = declividade do acostamento à direita (%),  $X_4$  = estado do revestimento,  $X_5$  = estado de conservação de canais,  $X_6$  = compatibilidade das saídas de água,  $X_7$  = "n" de Manning do acostamento à direita,  $X_8$  = "n" de Manning do canal à direita,  $X_9$  = "n" de Manning da lateral à direita,  $X_{10}$  = "n" de Manning do acostamento esquerdo,  $X_{11}$  = "n" de Manning do canal à esquerda,  $X_{12}$  = declividade da lateral à esquerda (%),  $X_{13}$  = acúmulo de água,  $X_{14}$  = declividade da faixa de tráfego à direita (%),  $X_{15}$  = "n" de Manning médio da seção transversal do canal à direita,  $X_{16}$  = número de Froude do canal à direita,  $X_{17}$  = capacidade do canal à direita (m<sup>3</sup>/s),  $X_{18}$  = largura da faixa de tráfego à esquerda (m)

VASCONCELOS (2000), analogamente, relata que se pode estimar a nota atribuída por quem viaja pelos segmentos observados usando a expressão:

$$\begin{aligned} \text{Nota} = & 0,586 + 0,036X_1 + 0,052X_2 - 0,130X_3 - 0,002X_4 - 0,001X_5 + \\ & + 0,018X_6 + 0,0124X_7 - 0,001X_8 \end{aligned}$$

Onde:  $X_1$  = velocidade instantânea média no segmento (km/h),  $X_2$  = grau de curvatura,  $X_3$  = escore "z" das notas entre 2 e 3;  $X_4$  = largura da lateral à esquerda,  $X_5$  = inclinação da lateral à esquerda (%),  $X_6$  = escore "z" de notas entre 3 e 4,  $X_7$  = largura do acostamento à direita (m),  $X_8$  = inclinação da lateral à esquerda (%)

Usando o conjunto da informação similar ao exposto acima e dados publicados em DARONCHO (2001), PALMA (2000), VASCONCELOS (2000) e FREITAS (2000), PADULA (2002) relata aplicação da análise de correlação canônica para estudos sobre especificações de componentes de rodovias que contribuam para a qualidade de viagem, por entrosar consequências de uso de determinações técnicas com ações para atender às expectativas e necessidades dos que julgam a viagem, e classificar medidas ou contagens sobre variáveis que descrevem características físicas de rodovias do ponto de vista de melhoria de conforto e segurança a motoristas e passageiros.

Concluiu PADULA (2001): auditar a qualidade de viagens por rodovias usando a análise de correlação canônica pode sugerir listas de variáveis e esclarecer a prioridade de ações em processos de estudos e análises que poderiam orientar a melhoria de especificações para provocar um mais bem estruturado processo para intervenções sobre a via do ponto de vista de quem as usa.

Em síntese, o que PADULA (2002) identificou é que as relações entre o conjunto de notas atribuídas pelos avaliadores, ou seja, a expressão da sensação dos que usam a via fornece uma classificação clara da participação (ou grau de importância) de características de componentes da rodovia na qualidade de viagem declarada por quem viaja. Assim, da geometria dos segmentos a ordem de importância na formação do nível para qualidade de viagem seria: largura da lateral à esquerda, largura do acostamento à esquerda, largura da faixa para tráfego à direita, largura do acostamento à direita, largura da lateral à direita, declividade longitudinal, grau de curvatura médio, máximo grau de curvatura, curvatura média, máxima curvatura. Dos defeitos de superfície do pavimento: degrau entre faixa para tráfego e acostamento, afundamento de trilha de roda, existência de remendos, buraco, exsudação, desgaste, corrugação, trincas longitudinais e transversais, trinca por fadiga, trinca em blocos, trinca de bordo. Do estado de equipamentos para drenar: acúmulo de água, obstáculos, presença de erosão, saídas, presença de vegetação, declividade, existência de equipamento, estado de conservação, revestimento, limpeza de equipamento, capacidade de vazão. Da drenagem: declividade transversal da lateral à esquerda, declividade transversal do acostamento à esquerda, declividade transversal da faixa para tráfego à esquerda, declividade transversal da faixa para tráfego à direita, declividade transversal do acostamento à direita, declividade transversal da lateral à direita, "c" médio à esquerda, "c" médio à direita, vazão solicitante à esquerda, vazão solicitante à direita. De canais para drenar: "n" de Manning no canal à esquerda, capacidade de vazão no canal à esquerda, energia de fluxo no canal à esquerda, número de Froude no canal à esquerda, "n" de Manning no canal à direita, capacidade de vazão no canal à direita, energia de fluxo no canal à direita, número de Froude no canal à direita.

##### **5 Plano de trabalho para verificar consequências de ações de reconstrução e manutenção em rodovias.**

A habilidade para orientar decisões a partir do produto de processamento de informações sobre qualidade de viagens e estado de componentes de vias cresce quando se usa o conjunto de métodos e processos aqui sugeridos. O fracasso ao usar essas informações pode dificultar o desenvolvimento tecnológico e aumentar o desperdício de recursos.

As ações de técnicos devem produzir intervenções físicas e operacionais eficazes e eficientes para o aprimoramento do nível para qualidade de viagens em rodovias, ou seja, compatíveis com as distribuições de opiniões sobre nível para qualidade de viagens que emitem os que usam as vias. Usar a informação contida em PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), PALMA (2000), DARONCHO (2001), PADULA (2002) pode contribuir para orientar a escolha de intervenções sobre componentes da rodovia mais eficientes porque permite fixar a ordem de prioridade de ação.

Em meados de 2001 iniciou-se um processo de reconstrução das vias onde estão os segmentos observados para obter a informação publicada em PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), PALMA (2000), DARONCHO (2001). A Escola de Engenharia de São Carlos vem obtendo dados e cadastrando as modificações nas variáveis que caracterizam os componentes das rodovias analisadas.

Para um plano de trabalho cujo objeto seja verificar as conseqüências de ações de reconstrução e manutenção em rodovias, a sugestão que se faz é que trabalhos conjuntos da Universidade com órgãos públicos e privados facilitem levantar novos dados que tornará viável um novo processamento de dados. A parcela de aplicação de estatística para esse tipo de ação já é conhecida e disponível em PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), PALMA (2000), DARONCHO (2001) e PADULA (2002).

## **6 Conclusões**

As conclusões de análise sobre os trabalhos publicados e o experimento efetuado, podem ser resumidas:

- a) O nível para qualidade de viagens, medido usando notas atribuídas por avaliadores pode ser usado não só para busca de expressão de necessidades e expectativas de motoristas e passageiros, como também para classificar o grau de participação de atributos associados à forma da via, ou estado de pavimento, na formação da distribuição de juízos sobre a qualidade da rodovia e pavimentos.
- b) Também, que o uso da técnica e dos conceitos sobre auditoria, em conjunto com técnicas estatísticas como a formação de escalas com o uso da distribuição normal, as análises de regressão ou de correlação canônica podem contribuir para classificar medidas ou contagens sobre variáveis que descrevem características físicas de rodovias do ponto de vista de conforto e segurança a motoristas e passageiros.
- c) A união entre a Universidade e órgãos públicos ou privados poderá contribuir para levantar e processar dados parte para executar um plano de trabalho para verificar as conseqüências de ações de reconstrução e manutenção em rodovias do ponto de vista de quem as usa.

## **7 Referências bibliográficas**

- AUSTROADS (1987). A Guide to the Visual Assessment of Pavement Condition. Report. Sydney.
- CAREY, W. N. & IRICK, P. R. (1960). "The pavement serviceability performance concept". Bulletin 250, Highway Research Board, Washington, D.C.

- DARONCHO, Célio (2001). Contribuição à análise de qualidade de viagens e suas relações com a distribuição de defeitos em segmentos de rodovias. São Carlos, 2001, 57p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1978a). DNER-TER 01/78. "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - terminologia". Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1978b). DNER-PRO 07/78. "Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos". Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1978c). DNER-PRO 08/78. "Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos". Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1980). Instruções para drenagem de rodovias. Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1983). DNER-ES 128/83. "Levantamento da condição da superfície de segmentos-testemunha de rodovias de pavimento flexível ou semi-rígido para gerência de pavimentos a nível de rede". Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1986). DNER-ES 173/86. "Método de nível e mira para calibração de sistemas medidores de irregularidade". Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1990). Manual de drenagem de rodovias. Rio de Janeiro.
- DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1994). Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos. Procedimento. DNER - PRO 008-94. Rio de Janeiro.
- FHWA - FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1983). Hydraulic design of energy dissipaters for culverts and channels. FHWA, Washington D.C.
- FHWA - FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1986). Drainage of roadside channels with flexible linings. FHWA, Washington D.C.
- FHWA - FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1991) Stream stability at highway structures. FHWA, Washington D.C.

- FREITAS, R. R. (2000). Seção transversal de rodovias vicinais, qualidade de viagens e comportamento de pavimentos. São Carlos. 61p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- FWA, T. F.; GAN, K. T. (1989). Bus-ride panel rating of pavement serviceability. *Journal of Transportation Engineering*, n. 115 (2), p. 171 - 191. Washington.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R. (1996). Defining and serving clients for pavements. *Transportation Research Board*, n. 1524, p. 1 - 9. Washington D.C.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. (1994). Modern pavement management. Malabar / Florida, Krieger Publishing Company. Cap. 10, p. 131 - 153.
- HAESTAD METHODS (1999). Computer Applications in Hydraulics Engineering. 3a. edição. Haestad Press, Waterbury.
- HAIR, J. F. Jr. et al (1998). "Multivariate data analysis". Prentice-Hall. New Jersey.
- HARRIS, R. J. (1975). "A primer of multivariate analysis". Academic Press.
- HOFFMANN, R. & VIEIRA, S. (1977). Análise de regressão. Uma introdução à econometria. EDUSP. São Paulo.
- HRB - HIGHWAY RESEARCH BOARD (1961). "The Pavement Serviceability - Performance Concept". Special Report 61E, "The AASHO Road Test", Report 5, Pavement Research.
- HUDSON, W. R. (1991). "Are pavements built for the user?" *ASTM Standardization News*. V. 19, n. 22, p. 42-51.
- LIKERT, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, n. 140.
- MELO, R. A. (1998). Avaliadores, notas e qualidade de pavimentos. São Carlos. 107p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- NAIR, S. K. & HUDSON, W. R. (1986). Serviceability prediction from user-based evaluations of pavement ride quality. *Transportation Research Record*, n.1084, p. 66 - 75.
- PADULA, Flávio Renato de Góes (1999). "Qualidade de pavimentos e auditoria". São Carlos, 1999, 73p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PADULA, Flávio Renato de Góes (2002). Contribuição à análise de especificações de componentes de rodovias e melhoria de qualidade de viagens. São Carlos, 2002, 126 pág. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PALMA, Josiane (2000). "Da avaliação de equipamentos para drenar à qualidade de viagens por rodovias". São Carlos, 2000, 90p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

SHRP - STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (1993). Distress Identification Manual for the Long-term Pavement Performance Project. Publication SHRP-P-338, National Research Council. Washington, D.C.

VASCONCELOS, R.E. (2000). "Harmonia na geometria, seção transversal, perfil longitudinal e velocidades em rodovias". São Carlos. 66p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP.