

# 11ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO URBANA

## EXTENSÃO DE MÉTODO PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE VIAGEM E DISTRIBUIÇÃO DE DEFEITOS DE RODOVIAS PARA VIAS URBANAS

Felex, José Bernardes<sup>1</sup>, Daroncho, Celio<sup>2</sup> & Fernandes Jr., José Leomar<sup>3</sup>

### RESUMO

Relatam-se e discutem-se a extensão de resultados obtidos em ações 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 vias para o uso no meio urbano. Para obter os resultados discutidos, os dados usados foram coletados de janeiro a março de 2001, em rodovias vicinais próximas a Araraquara, estado de São Paulo. O processamento de dados e o uso de métodos da estatística para investigar relações foram usados para verificar a existência de relações entre os resultados de medidas, contagens e notas, e obtenção de função para estimativa de notas atribuídas por observadores, mostrando que notas atribuídas a segmentos de rodovias podem ser estimadas. As conclusões relatadas no estudo que fundamentou o conjunto de propostas para extensão da capacidade de classificação de prioridades de investimentos em cidades ativeram-se ao caso estudado para rodovias, mas indicaram que o processo proposto poderia ser usado em outras análises similares. Aqui se sugerem e analisam-se novos usos para o processo antes desenvolvido nas rodovias para estabelecer prioridades de intervenção e melhoria de pavimentos de forma coerente com a maximização de qualidade de vida urbana, do ponto de vista de usuários de ruas e avenidas.

### ABSTRACT

This work discusses the extension of results obtained in actions to show that statistical distributions of measures on characteristics of variables that describe defects in the surface of pavements, when associated to the distributions of notes attributed to the trips in segments of highways, they can be useful for analysis of the quality of trips, and to supply information that contribute to facilitate studies about maintenance priorities in highways, to identify and to suggest actions to improve the efficiency and effectiveness in the conservation of roads for the use in the urban way. To obtain the discussed results, the used data were collected from January to March of 2001, in close local highways Araraquara, state of São Paulo. The data processing and the use of methods of the statistics to investigate relationships were used to verify the existence of relationships among the results of measures and notes, and function obtaining for estimate of notes attributed by observers, showing that you notice attributed to segments of highways can be dear. The conclusions told in the study are based in a group of actions proposed o extend the capacity of classification on priorities of investments in cities from the case studied for highways, but they indicated that the proposed process could be used in other similar analyses. Here one suggestion for new uses are analyzed from the process developed in the highways to establish intervention priorities and improvement of pavements in a coherent way to maximize the quality of urban life from the users' of streets and avenues point of view.

Palavras chaves: pavimentos, avaliação, defeitos

---

<sup>1</sup> Professor – Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos – USP [[felex@usp.br](mailto:felex@usp.br)]

<sup>2</sup> Doutorando – Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos – USP [[cdar@sc.usp.br](mailto:cdar@sc.usp.br)]

<sup>3</sup> Professor – Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos [[leomar@sc.usp.br](mailto:leomar@sc.usp.br)].

## INTRODUÇÃO

Os pavimentos são dotados de características que podem refletir o grau de satisfação de clientes que viajem pela via. *O processo de avaliação de nível para qualidade do serviço ao tráfego de veículos pela superfície de pavimento é complexo* porque envolve o estudo da interação entre três entes: o veículo, o perfil longitudinal da superfície de tráfego da via, e as sensações de motoristas e passageiros.

O objetivo principal desse trabalho é 7 [7].

Para facilitar o entendimento define-se:

1. *Defeitos na superfície do pavimento* são desarranjos que contribuem para aumentar ou gerar sensações de desconforto aos que viajam por rodovias, ou ainda dificultar o tráfego de veículos. *Defeito* é uma evidencia visível na superfície da via que afete o tráfego de veículos, a capacidade estrutural, ou a aparência de pavimento [3].
2. *Severidade de defeito em pavimento*, ou simplesmente, *severidade*, é a dificuldade, ou o volume de dificuldades que um determinado defeito impõe ao movimento de veículos. Em outras palavras, é uma medida da dificuldade imposta ao movimento de veículo por um determinado defeito. A classificação mais usual para a severidade é: *não aplicável, baixa, média ou alta* [26].

Para analisar a qualidade de viagens por rodovias estuda-se o grau de satisfação dos que viajam e esperam ver atendidas as suas expectativas de conforto, segurança e economia. Trafegar pelo pavimento fornece parcela das sensações de conforto e segurança que define a qualidade das viagens. A afirmativa equivale a dizer que os pavimentos devem “prestar serviços” fornecendo a superfície para tráfego de veículos com a qualidade física que facilite o movimento e transmita esforços de maneira coerente entre a estrutura da via e os pneus.

Notas atribuídas por motoristas e passageiros podem ser usadas como dados para avaliação de comportamento da superfície de pavimentos durante o tráfego de veículos, de qualidade do tráfego de veículos, ou da superfície de pavimentos do ponto de vista de motoristas e passageiros. Através de estudo sobre a história de avaliação do comportamento da superfície de pavimentos, vê-se que explicações sobre o comportamento de distribuições de notas atribuídas por avaliadores podem contribuir para identificar relações entre o grau de satisfação de quem usa rodovias e características da estrutura e manutenção de pavimentos. Tem-se também a expressão de conclusões de análises estatísticas efetuadas para comparar médias de notas atribuídas por avaliadores treinados a segmentos de ruas de São Carlos – SP e índices padronizados para mesma escala de medida, obtida a partir de características da superfície de pavimentos, visando sustentar conclusões para indicar que processos de avaliação a partir de notas atribuídas por avaliadores podem fornecer resultados de classificação de estado de pavimento compatíveis com a cultura sobre conforto e segurança durante o tráfego de veículos em vias [12].

As definições e conceitos sobre componentes de vias usados para orientar o estudo de relações entre características de pavimentos e qualidade de viagem do ponto de vista dos que usam rodovias têm origem em vários e diversos documentos [4, 8, 9, 10, 21, 26, 18, 23, 24, 13, 27, 25 e 19].

As variáveis e características usadas para orientar raciocínios e tratamentos estatísticos sobre qualidade de viagem pelos segmentos das rodovias foram:

- a) Distribuição de notas às viagens por segmentos das rodovias por avaliadores treinados, conforme proposto para estudos sobre qualidade de viagens e comportamento de pavimentos [4 e 8],
- b) Dados sobre formato e características de funcionamento de seções transversais de rodovias;
- c) Distribuições de contagens ou medidas sobre características de defeitos nos segmentos de rodovias [26 e 3].

## **BASES TEÓRICAS**

As bases teóricas aqui relatadas provem de um estudo anterior [7]. O uso de notas para estimar índices que expressem o nível para a qualidade do tráfego de veículos sobre o pavimento é uma proposta antiga [4], já estudada e discutida por vários autores [15, 14, 16, 1 e 17].

A satisfação do usuário da rodovia e as especificações técnicas sobre os componentes da via são os dois principais elementos que orientam a análise da qualidade da superfície do pavimento. “A avaliação de nível para a qualidade do serviço ao tráfego de veículos pela superfície de pavimento é complexa porque envolve o estudo da interação entre três entes, o veículo, o perfil longitudinal da superfície de tráfego da rodovia e as sensações de motoristas e passageiros” [23]. A avaliação do desempenho de pavimentos envolve estudos sobre o comportamento de uma seção ou comprimento de pavimento do ponto de vista de motoristas e passageiros [19].

Para identificar quais as distribuições de medidas sobre características físicas do pavimento seriam as variáveis utilizadas para explicar o comportamento da superfície de pavimentos, estudos sobre resultados de observações na pista experimental da AASHO identificaram a dependência entre distribuições de respostas a avaliações por grupos de pessoas e medidas sobre características físicas de pavimentos [2]. Assim, a estrutura teórica da qualidade de viagens, usual para a análise de serviços prestados pelo pavimento, resultou de estudos sobre o comportamento de pavimentos da pista experimental da AASHO [4 e 2], sendo este adaptado para o meio urbano e cujos conceitos podem ser resumidos [12]:

- a) Observadores treinados atribuem notas à viagem pelo pavimento;
- b) Identificam-se relações entre características de componentes da superfície e distribuições de defeitos em pavimentos;
- c) E, a análise sobre conjuntos desses dados, usando métodos estatísticos, passou a ser um instrumento para o estudo das relações entre as características de pavimentos e as notas que avaliadores atribuíram ao conforto de viagens.

Para estudos sobre as distribuições de ocorrência e classificação dos defeitos é usual dividir rodovias em segmentos, e dentre os processos adotados destacam-se:

- a) Divisão em segmentos de 100m de comprimento em segmentos rodoviários de no mínimo 300m e no máximo 20km de comprimento [9];
- b) Demarcações de segmentos com 152,50m de comprimento, sendo feitas demarcações em intervalos de 15,25m (50 pés) até se atingir os 152,50m (500 pés) do segmento, assim sendo, o segmento terá 10 demarcações de 15,25m (50 pés) pela largura da rodovia [26];

- c) Segmento sem tamanho específico [3],
- d) 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, sendo a amostra demarcada 3m antes e 3m depois da estação considerada [10].

Para o caso urbano, podem ser adotados segmentos que [23]:

- a) Ou coincidam com um quarteirão, cujo comprimento é no máximo cem metros;
- b) Ou cem metros aleatórios em um quarteirão.

## **O EXPERIMENTO QUE FORNECEU O PROCESSO PROPOSTO**

Os dados usados foram coletados de janeiro a março de 2001 observando rodovias vicinais situadas próximas a Araraquara, estado de São Paulo. Foram estudados 72,3km das vias que unem Araraquara à Gavião Peixoto, Gavião Peixoto à Nova Paulicéia, Nova Paulicéia a Nova Europa, Nova Europa à Entrada da ligação entre Gavião Peixoto com o segmento entre Nova Europa e a Via Washington Luis. Uma melhor descrição sobre as vias analisadas encontra-se publicada em diversos trabalhos [6, 13, 24, 25 e 27].

Para levantamento dos dados:

- a) Os segmentos observados foram divididos em intervalos de 600m, 120 intervalos, dos quais sortearam-se 37 intervalos – um número de amostras que pode produzir resultados com distribuição normal, aqui denominado de “segmentos observados”;
- b) O procedimento adotado para contar, medir e classificar defeitos em segmentos de pavimento foi descrito em um procedimento [26], e complementado com o que se propôs em outro [3]. Os tipos de defeitos e severidade definem trinta e uma variáveis que devem ser observadas – a tabela 1 relata os tipos de defeitos, definições e processos para contar ou medir adotados;
- c) A análise sobre os dados indicou que não ocorreram defeitos dos tipos “remendo com severidade baixa”, “buracos”, “desgaste com severidade alta”, “desgaste com severidade baixa”, “exsudação”, “trincas longitudinais”; “trincas por fadiga com severidade alta”, “trinca em bloco”, “trinca de bordas com severidade média”; “trinca transversal”, “afundamento na trilha de roda”, “corrugação” ou “bombeamento”;
- d) Para conhecer uma estimativa da distribuição de notas atribuídas por observadores sobre o pavimento adotou-se o procedimento 07/78, [8]. Foram 32 os observadores treinados.

**Tabela 1 - Tipos, definições e classificação de defeitos adotados (adaptado) [26].**

<b>Grupo de defeitos com classificação de severidade “baixa”, “média” ou “alta”</b>	
<b>Remendo</b> Parcela do pavimento maior que $0,10m^2$ que foi removida e recolocada, ou material adicional aplicado no pavimento.	<b>Trinca longitudinal</b> Trincas predominantemente paralelas ao eixo do pavimento.
<b>Buraco</b> Ocorrência de cavidade no pavimento, com dimensão mínima maior que $15cm$ .	<b>Trinca por fadiga</b> Trincas por perda de resistência do revestimento, são interconectadas, produzem polígonos com número de lados variáveis, peças com ângulos agudos em geral menores que $30cm$ no lado maior. A aparência é de “tela de galinheiro” ou “couro de crocodilo”.
<b>Exsudação</b> Excesso de betume na superfície do pavimento, a superfície se torna refletiva e pegajosa.	<b>Trinca em blocos</b> Trincas interconectadas, formando peças aproximadamente retangulares, com dimensões entre $0,1$ e $10m^2$ , os lados variam de $30cm$ a $3m$ .
<b>Desgaste</b> O deslocamento da camada superficial em pavimentos construídos com misturas a quente de alta qualidade, provoca o deslocamento de partículas de agregados e perda de betume.	<b>Trinca de bordas</b> Trincas de abertura crescente, ou pouco contínuas, que interceptam a borda do pavimento, iniciam-se em aproximados $60cm$ da borda adjacente ao acostamento de vias com acostamento não pavimentado, incluem-se as trincas longitudinais até $60cm$ da borda.
	<b>Trinca Transversal</b> Trincas predominantemente perpendiculares ao eixo da via e que não coincidam com juntas de pavimento de concreto pré-existente.
<b>Grupo de defeitos onde não se aplicam classificações para a severidade</b>	
<b>Afundamento na Trilha de Roda</b> Depressão longitudinal do pavimento nas trilhas das rodas.	<b>Degrau no acostamento</b> Desnível entre a superfície de tráfego e o acostamento.
<b>Corrugação</b> Deslocamentos longitudinais de materiais da superfície de pavimentos podem ser associados a deslocamentos verticais.	<b>Bombeamento</b> Percolação ou ejeção de água para a superfície do pavimento através de trincas, em alguns casos é detectável através da visualização de depósito de material fino na superfície.

Usou-se métodos da estatística para investigar relações entre medidas, ou contagens sobre variáveis distintas, e responder às questões:

- Existem relações entre as medidas simultâneas sobre conjuntos distintos de variáveis?
- Qual é a função para estimativa de medidas sobre uma variável a partir das outras?

Define-se como *regressão* às relações entre médias de medidas sobre uma variável aleatória e valores correspondentes de medidas simultâneas sobre uma ou mais variáveis. *Análise de regressão* é o estudo de funções numéricas para exprimir relações entre médias de medidas e contagens. Para  $n$  observações, simultâneas, se o índice “ $j$ ” variar entre 1 e  $k$ ; o índice “ $i$ ”, entre 1 e  $n$ , uma função para estimativa da variável “ $y$ ” em função da variável “ $x$ ” pode ser:  $y = a + \sum b_i x_{ij} + u_i$ . Onde:  $a$  é uma constante, conhecida por *intercepto*; os “ $b$ ” são constantes estimadas e conhecidas como *coeficientes de regressão*; “ $u$ ” é o *resíduo de estimativa da medida*  $y_i$  [20].

A verificação da *qualidade das estimativas* se confunde com a análise da significância dos coeficientes de regressão da função para estimativa. Usam-se testes de hipótese controlados pela estatística “ $F$ ” para orientar a análise sobre a existência das relações entre as medidas sobre as

variáveis, e o “*t*” de Student para controle da significância estatística dos coeficientes da função para estimar as medidas sobre a variável dependente.

Para facilitar a escolha das medidas de variáveis cujas relações lineares com as medidas da variável dependente são significantes existem processos denominados “*regressão passo a passo por acréscimo de variáveis*” [11]:

- a) Estimar e ordenar os coeficientes de correlação parciais entre as variáveis dependentes e a variável independente;
- b) Testar as funções obtidas para estimativa da variável dependente, acrescentando os conjuntos de resultados de medidas sobre as variáveis independentes na ordem crescente dos coeficientes de correlação parciais;
- c) O critério para que o processo continue é o crescimento do coeficiente de correlação múltipla em relação à tentativa anterior;
- d) O critério para que as medidas sobre uma variável continuem na função para estimativa é que  $F_p$ , para a variável independente sob discussão seja maior que a estatística  $F$  obtida para a regressão, ou seja, que no conjunto de relações estudado exista a significância da participação das medidas da variável independente analisada.

Os dados foram processados usando o programa para computador STATISTICA’99 [22]. A técnica usada foi a “regressão linear múltipla passo a passo” [20 e 11]. Assim verificou-se que a existência da função para estimativa de notas a partir de dados observados nos segmentos estudados obtida pode ser descrita:

- a) Existem relações entre as medidas sobre o conjunto de características de defeitos observados e as médias das notas atribuídas pelos avaliadores porque o coeficiente de correlação ajustado ( $R^2_{\text{ajustado}}$ ) foi estimado em 0,6249, valor que é maior que  $R(37 \text{ graus de liberdade; confiança } 0,05) = 0,327$ , estimado por interpolação a partir de tabela [5];
- b) Existem os coeficientes da função de estimativa obtida por análise de regressão “passo a passo” porque a estatística  $F(8;28)$  foi estimada em 8,4982, valor maior que  $F(8 \text{ variáveis participando da função; } 28 \text{ graus de liberdade; confiança } 0,05) = 2,29$ , estimado por interpolação a partir de tabela [11].

Os coeficientes de regressão obtidos, e os resultados da verificação da significância desses parâmetros por comparação de valores estimados para a função de regressão e o *t* de Student,  $t(28 \text{ graus de liberdade}) = 1,701$  [5]. Em resumo:

- a) Participavam da função para estimativa e têm coeficientes “significativos” as medidas sobre as variáveis “remendo com severidade média,  $X_1$ ”; “desgaste com severidade média,  $X_2$ ”; “remendo com severidade alta,  $X_3$ ”; “trinca por fadiga com severidade média,  $X_4$ ”; “degrau no acostamento,  $X_5$ ”;
- b) Participam da função para estimativa e têm coeficientes “não significativos” as medidas sobre as variáveis “trinca de borda com severidade baixa,  $X_6$ ”; “trinca de borda com severidade alta,  $X_7$ ”; “trinca por fadiga com severidade baixa,  $X_8$ ”.

Assim, a função para estimativa de notas atribuídas para a qualidade de viagem por observadores treinados em função de resultados das inspeções físicas sobre a superfície do pavimento ( $NE$ ) pode ser escrita:

$$NE = 3,51144 - 0,00079 X_1 - 0,00058 X_2 - 0,00071 X_3 - 0,00073 X_4 + 0,00473 X_5 \quad (1)$$

O uso da análise de regressão no estudo de relações entre notas atribuídas por avaliadores à qualidade de viagem por segmentos de rodovias e distribuições de medidas ou contagens sobre características de variáveis que descrevem os defeitos de superfície de pavimentos permitiu:

- a) Comprovar a existência de relações entre notas atribuídas por avaliadores à qualidade de viagem por segmentos de rodovias e distribuições de medidas ou contagens sobre características de variáveis que descrevem os defeitos,
- b) Mostrar que existe e tem coeficientes significantes uma função para estimativa de notas atribuídas por avaliadores à qualidade de viagem por segmentos de rodovias,
- c) A análise de regressão identificou os tipos de defeitos que mais participam da formação das sensações de conforto e segurança do ponto de vista dos que viajam pelas vias.

### **APLICAÇÃO AO CASO URBANO**

Aplicar o processo proposto pelos experimentos nas rodovias para as cidades é obter dados que possam ser processados para classificar ruas e avenidas através de observação da distribuição de defeitos, e a sua relação com as notas que seriam atribuídas pelos que fossem usar tais vias.

A observação de defeitos é bem caracterizada e sintetizada [6], e para as cidades basta mudar os segmentos a observar [23] – o quarteirão, ou cem metros.

O processo de formação da nota contém a idéia de que o avaliador recebe como estímulos psicológicos: as ações do experimentador, as instruções pelo pesquisador e os estímulos externos do próprio objeto a ser avaliado. Esses estímulos são processados na mente do avaliador - percebidos, passam a existir no conjunto de percepções daquele indivíduo e usados para atribuir a nota. Ora, isso equivale a dizer que se captam as sensações de viajantes quando se solicitam notas a avaliadores.

Se o avaliador for treinado nas cidades, as notas atribuídas por motoristas e passageiros podem ser usadas como dados de avaliação de comportamento da superfície de pavimentos durante o tráfego de veículos, e podem contribuir para identificar relações entre o grau de satisfação de quem usa ruas e avenidas com características da estrutura e manutenção de pavimentos, os defeitos de superfície.

Ou seja, avaliadores treinados podem fornecer informações que podem contribuir durante a tomada de decisões sobre classificações de serviços prestados pela superfície de pavimentos também de ruas e avenidas. Mas ainda, o tipo de formação do grupo de avaliadores poderá ou não refletir a cultura de uma comunidade ao usar e sentir o conforto e segurança que a via coloca disponível ao tráfego de veículos.

Ninguém quer afirmar que avaliadores possam fazer o projeto de ações sobre o pavimento. Mas, sugerir que por notas atribuídas pelos usuários poderiam classificar pavimentos de uma rede de ruas e avenidas. Basta treinar e compor o grupo de avaliadores corretamente. Ou, a sugestão é: estender o uso de ações de avaliadores durante processos para classificação de necessidade de investimentos em pavimentos de ruas e avenidas.

Aceitar que avaliadores podem expressar a cultura da comunidade é equivalente a compor-se com a hipótese de que os recursos em pavimentos devem ser aplicados para melhorar o atendimento das necessidades de conforto e segurança durante o tráfego pela via, inclusive nas cidades.

Observe-se que a principal proposta é que, no caso urbano, os avaliadores poderiam ser objeto de estudos que desenvolvessem a capacidade de planejamento contínuo sobre redes de pavimentos – hoje o uso de computadores poderia, por exemplo, manter atualizado qualquer banco de dados sobre estado de pavimentos em uma cidade. E, avaliadores provenientes da Sociedade Urbana poderiam de maneira muito econômica alimentar um banco de notas que, a todo o instante, refletiriam o pensamento dos habitantes da cidade sobre o estado de pavimentos.

## **CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

Relatam-se e discutem-se a extensão de resultados obtidos em ações de uma 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 vias para o uso no meio urbano.

Os dados que justificaram a proposta vieram de um experimento onde foram coletados em rodovias vicinais próximas a Araraquara, estado de São Paulo onde se contaram, mediram e classificaram defeitos, e observadores treinados atribuíram notas ao estado de pavimento de segmentos testemunha. E mais, o processamento desses dados e o uso de métodos da estatística para investigar relações foram usados para verificar a existência de relações entre os resultados de medidas, contagens e notas, e obtenção de função para estimativa de notas atribuídas por observadores, mostrando que notas atribuídas a segmentos de rodovias podem ser estimadas.

A sugestão é aplicar procedimento similar, mudando os critérios para escolha de segmentos testemunha [23]. Isso corresponde a sugerir e analisar novos usos para o processo antes desenvolvido nas rodovias para estabelecer prioridades de intervenção e melhoria de pavimentos de forma coerente com a maximização de qualidade de vida urbana, do ponto de vista de usuários de ruas e avenidas. Essas informações indicam que notas atribuídas a segmentos de ruas ou avenidas podem ser estimadas por funções obtidas por análise de regressão, usando-se dados de distribuição de medidas ou contagens sobre a ocorrência de tipos de defeitos no pavimento.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- (1) AL-OMARI, B.; DARTER, M. I. Relationships between international roughness index and present serviceability rating. *Transportation Research Record*, n.1435, p. 130 – 136, 1994.
- (2) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OFFICIALS. "The AASHO roads test: report 5-pavement research" - HRB Special Report 61 E - Washington, D.C, 1962.
- (3) AUSTRROADS. A Guide to the Visual Assessment of Pavement Condition. Report. Sydney, 1987.



- (4) CAREY, W. N.; IRICK, P. E.. The pavement serviceability - performance concept. Highway Research Board, 250. p. 40 – 58, Washington, D.C, 1960.
- (5) CHASE, W. & BOWN, F. General Statistics. 2.ed. p. A-16 e A-22. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1992.
- (6) DARONCHO, C. Contribuição à análise de qualidade de viagem e suas relações com a distribuição de defeitos em segmentos de rodovias. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2001.
- (7) DARONCHO, C & FELEX, J.B. Contribuição à análise de qualidade de viagem e suas relações com a distribuição de defeitos em segmentos de rodovias. 33<sup>a</sup> Reunião Anual de Pavimentação. ABPv, Anais. Florianópolis, 2001.
- (8) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos. Procedimento. DNER - PRO 007-78. Rio de Janeiro, 1978.
- (9) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Levantamento da Condição de Superfície de Segmentos-testemunha de Rodovias de Pavimento Flexível ou Semi-rígido para Gerência de Pavimento à Nível de Rede. Especificação. DNER - ES 128-83. Rio de Janeiro, 1983A.
- (10) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos. Procedimento. DNER - PRO 008-94. Rio de Janeiro, 1994.
- (11) DRAPER, N.R. & SMITH, H. Applied Regression Analysis, 2.ed. p. 294 a 313 e 533. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1981.
- (12) FELEX, J.B., MELO, R.A. Avaliadores, pavimentos e qualidade. 32<sup>a</sup> Reunião Anual de Pavimentação. ABPv, Anais. Brasília, 2000.
- (13) FREITAS, R. R. Seção transversal de rodovias vicinais, qualidade de viagens e comportamento de pavimentos. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.
- (14) FWA, T. F.; GAN, K. T. Bus-ride panel rating of pavement serviceability. Journal of Transportation Engineering, n. 115 (2), p. 171 – 191, 1989.
- (15) GARG, A.; HOROWITZ, A.; ROSS, F. Establishing relationships between pavement roughness and perception of acceptability. Transport Research Record, n. 196, p. 276-285, Washington, D.C, 1988.
- (16) GUALDA, N. D. F.; BALBO, J. T.; BERNUCCI, L. B.; TONDO, C. M.; TALLARICO, L. C. Planejamento da manutenção de pavimento na cidade de São Paulo. In: VI Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, Rio de Janeiro, 1992. Anais. Rio de Janeiro, ANPET. v. I, p. 442 – 450, 1992.
- (17) GULEN, S.; WOODS, R.; WEAVER, J.; ANDERSON, V.L. Correlation of present serviceability rating with international roughness index. Transportation Research Record, n. 1435, p. 27 – 37, Washington, D.C, 1994.

- (18) HAAS, R.; HUDSON, W. R. Defining and serving clients for pavements. Transportation Research Board, n. 1524, p. 1 – 9, Washington, D.C, 1996.
- (19) HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. Modern pavement management. Malabar / Florida, Krieger Publishing Company. Cap. 10, p. 131 – 153, 1994.
- (20) HOFFMANN, R. & VIEIRA, S. Análise de regressão. Uma introdução à econometria. EDUSP, p. 107 a 132. São Paulo, 1977.
- (21) HUDSON, W. R. Are pavements built for the user? ASTM Standardization News. v. 19, n. 2, p. 42 – 51, 1991.
- (22) MATHSOFT. STATISTICA 99. Programa para computador. Tulsa, 1999.
- (23) MELO, R. A. Avaliadores, notas e qualidade de pavimentos. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.
- (24) PADULA, F. R. G. Qualidade de pavimentos e auditoria. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.
- (25) PALMA, J. Da avaliação de equipamentos para drenar à qualidade de viagens em rodovias. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.
- (26) SHRP – STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM. Distress Identification Manual for the Long-term Pavement Performance Project. Publication SHRP-P-338, National Research Council. Washington, D.C, 1993.
- (27) VASCONCELOS, R. E. Harmonia na Geometria, Seção Transversal, Perfil Longitudinal e Velocidades em Rodovias. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.