

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Transportes

**QUALIDADE DE VIAGENS EM RODOVIAS E
CONSEQUÊNCIAS DE RECONSTRUÇÃO E
MANUTENÇÃO**

Marilda Serra Ávalos

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, Área de Pós-graduação em Transportes.

Orientador: Professor Titular Doutor José Bernardes Felex

São Carlos - SP

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DEDICATÓRIA

À minha mãe Amélia (in memoriam).

Ao meu esposo,

Venâncio Espínola Ávalos.

Aos meus filhos,

Juan Serra Ávalos e Priscilla Serra Ávalos.

Ao meu Orientador, Professor Titular José Bernardes Felex.

A todos os que contribuíram com este trabalho.

AGRADECIMENTOS

***A Deus, meu Criador, Salvador e Consolador.
A Ele o meu Louvor, a Honra e a Glória para sempre.***

SUMÁRIO

SUMÁRIO	I
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	1
2 ESCALAS PARA CLASSIFICAÇÃO, UM PROCESSO PARA CLASSIFICAR QUALIDADE DE VIAGEM	7
3 A FORMA DA SUPERFÍCIE DE VIAS, OUTRO COMPONENTE DA QUALIDADE DE VIAGEM	15

4	CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES ENTRE RESPOSTAS A ENTREVISTAS E QUALIDADE DE VIAGENS	22
4.1	Diferenças entre escores z e comparação entre escalas	47
5	ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA ESTUDOS SOBRE QUALIDADE DE VIAGEM EM RODOVIAS	54
5.1	O teste sobre a análise de regressão para estudos sobre os 72km de rodovia após a reconstrução e manutenção	56
6	CONCLUSÕES	68
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – SEGMENTOS DE RODOVIAS ANALISADOS, 72KM PRÓXIMOS À ARARAQUARA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.....	1
FIGURA 2 – ESTIMATIVA DE ORDENADAS DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL DE PROBABILIDADES	12
FIGURA 3 – ESCALA PARA QUALIDADE DE VIAGEM OBTIDA OBSERVANDO SEGMENTOS DOS 72KM DE VIAS ANALISADOS, ANTES DE RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO. FONTE: PADULA (1999), PÁGINA 63	14
FIGURA 4 – COMPONENTES DE SEÇÃO TRANSVERSAL DE RODOVIAS	15
FIGURA 5 – ILUSTRAÇÃO DE APARÊNCIA E GEOMETRIA DE SEGMENTO NA LIGAÇÃO ARARAQUARA - GAVIÃO PEIXOTO, ANTES DE RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO (FONTE: DARONCHO, 2001) ..	18
FIGURA 6 - ILUSTRAÇÃO DE REVESTIMENTO E ACÚMULO DE ÁGUA EM SEGMENTOS OBSERVADOS, ANTES DE RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO (FONTE: PALMA, 2000).....	19
FIGURA 7 - MEDIDAS DE DECLIVIDADE COM CLINÔMETRO DESENVOLVIDO NA ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS (FONTE: VASCONCELOS, 2000).....	20
FIGURA 8 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO, PARA TODAS AS OCORRÊNCIAS DE RESPOSTAS DE AVALIADORES SOBRE QUALIDADE DE VIAGEM DE SEGMENTOS OBSERVADOS, APÓS RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO	26
FIGURA 9 - ESCALA PARA CLASSIFICAÇÃO, PARA TODAS AS OCORRÊNCIAS DE RESPOSTAS DE AVALIADORES SOBRE A QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS OBSERVADOS, APÓS RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO.....	28
FIGURA 10 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 11, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	28
FIGURA 11 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 12, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	28
FIGURA 12 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 13, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	29
FIGURA 13 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 14, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	29
FIGURA 14 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 15, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	29

FIGURA 15 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 16, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	30
FIGURA 16 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 17, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	30
FIGURA 17 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 18, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	30
FIGURA 18 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 19, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	31
FIGURA 19 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 20, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	31
FIGURA 20 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 21, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	31
FIGURA 21 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 22, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	32
FIGURA 22 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 23, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	32
FIGURA 23 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 24, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	32
FIGURA 24 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 25, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	33
FIGURA 25 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 26, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	33
FIGURA 26 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 27, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	33
FIGURA 27 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 28, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	34
FIGURA 28 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 29, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	34
FIGURA 29 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 30, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	34
FIGURA 30 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 31, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	35
FIGURA 31 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 32, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	35
FIGURA 32 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 33, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	35
FIGURA 33 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 34, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	36

FIGURA 34 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 35, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	36
FIGURA 35 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 36, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	36
FIGURA 36 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 37, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	37
FIGURA 37 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 38, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	37
FIGURA 38 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 39, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	37
FIGURA 39 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 40, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	38
FIGURA 40 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 41, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	38
FIGURA 41 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 42, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	38
FIGURA 42 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 43, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	39
FIGURA 43 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 44, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	39
FIGURA 44 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 45, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	39
FIGURA 45 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 46, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	40
FIGURA 46 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 47, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	40
FIGURA 47 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 48, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	40
FIGURA 48 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 49, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	41
FIGURA 49 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 50, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	41
FIGURA 50 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 51, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	41
FIGURA 51 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 52, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	42
FIGURA 52 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 53, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	42

FIGURA 53 – CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELO SEGMENTO 54, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	42
FIGURA 54 – ESCALAS PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS 11 A 20, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO	43
FIGURA 55 – ESCALAS PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS 21 A 31, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO	44
FIGURA 56 – ESCALAS PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS 32 A 43, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO	45
FIGURA 57 – ESCALAS PARA CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS 44 A 54, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO	46
FIGURA 58 – DESVIOS À ESQUERDA, MELHOR QUALIDADE RELATIVA DE VIAGEM DO PONTO DE VISTA DO OBSERVADO À DIREITA, A REFERÊNCIA.....	50
FIGURA 59 – COMPARAÇÃO ENTRE ESCALAS PARA TODOS OS SEGMENTOS OBSERVADOS E PARA O SEGMENTO 12, DESVIO À ESQUERDA DO LEITOR, MELHOR QUALIDADE RELATIVA DE VIAGEM DO PONTO DE VISTA DE TODAS AS AVALIAÇÕES.....	50
FIGURA 60 – ILUSTRAÇÃO DE COMPARAÇÃO ENTRE ESCALAS USANDO OS CONCEITOS EXPOSTOS EM PADULA (1999), DESVIO À DIREITA DO LEITOR, PIOR QUALIDADE DE VIAGEM EM RELAÇÃO À REFERÊNCIA (À ESQUERDA).....	51
FIGURA 61 – COMPARAÇÃO ENTRE ESCALAS PARA TODOS OS SEGMENTOS OBSERVADOS E O SEGMENTO 35, DESVIO À DIREITA DO LEITOR, PIOR QUALIDADE DE VIAGEM DO PONTO DE VISTA DOS AVALIADORES	51
FIGURA 62 – ILUSTRAÇÃO DOS SEGMENTOS 12 E 35	52
FIGURA 63 – ESCALAS PARA COMPARAR QUALIDADE DE VIAGEM ENTRE SEGMENTOS 12 E 35, DEPOIS DE RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO	52
FIGURA 64 – COMPARAÇÃO ENTRE ESCALAS DE QUALIDADE DE VIAGEM DOS 72KM DE VIAS ANALISADOS, ANTES E DEPOIS DE RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO, DESVIO À ESQUERDA, MELHOR QUALIDADE DE VIAGEM.....	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – OPERAÇÕES PARA ESTIMATIVA DA VARIÁVEL NORMAL ESTANDARDIZADA E DEFINIÇÃO DE ESCALAS SEGUNDO LIKERT (1932) [FONTE: PADULA, 1999]	13
TABELA 2 - PROCESSOS PARA MANUSEAR CARACTERÍSTICAS DE COMPONENTES DE RODOVIAS.....	17
TABELA 3 – ESQUEMA DOS SEGMENTOS OBSERVADOS, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO.....	23
TABELA 4 – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE NOTAS SOBRE QUALIDADE DE VIAGENS, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO, PARA CADA UM DOS 36 AVALIADORES	24
TABELA 5 – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE NOTAS SOBRE QUALIDADE DE VIAGENS NOS SEGMENTO OBSERVADOS, APÓS MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO, PARA CADA UM DOS 44 SEGMENTOS AVALIADOS	25
TABELA 6 – ESTIMATIVA DE ORDENADAS DE ESCALA PARA CLASSIFICAÇÃO PARA TODAS RESPOSTAS DE AVALIADORES SOBRE QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS OBSERVADOS, APÓS RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO	26
TABELA 7 – ESCORES DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL DE RESPOSTAS A ENTREVISTAS SOBRE A QUALIDADE DE VIAGEM PELOS SEGMENTOS OBSERVADOS, APÓS RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO.....	27
TABELA 8 – SOMA DE DIFERENÇAS ENTRE “Z” PARA COMPARAÇÃO ENTRE ESCALAS, PADULA (1999)	48
TABELA 9 – ORDEM DE QUALIDADE DE VIAGEM E NECESSIDADE DE INTERVENÇÃO NOS SEGMENTOS OBSERVADOS.....	49
TABELA 10 – VARIÁVEIS CARACTERÍSTICAS DE MEDIDAS SOBRE EQUIPAMENTOS PARA DRENAR E PROPRIEDADES DA SEÇÃO TRANSVERSAL DE RODOVIA NA ANÁLISE DE REGRESSÃO.....	57
TABELA 11 – CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DE ELEMENTOS PARA DRENAR (WALKER & SCHERER, 1987).....	58
TABELA 12 - VARIÁVEIS PARA ESTUDOS SOBRE O ESTADO DE EQUIPAMENTOS PARA DRENAGEM. FONTE: FREITAS (2000).....	59
TABELA 13 - CRITÉRIOS PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS A ESTADO DE EQUIPAMENTOS PARA DRENAR....	59
TABELA 14 – AVALIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA DRENAR APÓS RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO (PARTE 1).....	60
TABELA 15 – AVALIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA DRENAR APÓS RECONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO (PARTE 2).....	61

TABELA 16 – MÉDIAS DE DECLIVIDADES NOS SEGMENTOS OBSERVADOS (%) (CONVENÇÃO: SINAL POSITIVO, ELEMENTO PARA CIMA DO PLANO HORIZONTAL).....	62
(M)TABELA 17 – MÉDIAS DE LARGURAS DOS COMPONENTES DA SEÇÃO TRANSVERSAL NOS SEGMENTOS OBSERVADOS (M).....	63
TABELA 18 - DADOS PARA CONTROLE DA FUNÇÃO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA ESTIMATIVA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS PELOS AVALIADORES AOS SEGMENTOS OBSERVADOS	64
TABELA 19 - VARIÁVEIS CUJAS MEDIDAS PARTICIPAM DAS ESTIMATIVAS, DOS COEFICIENTES OBTIDOS POR ANÁLISE DE REGRESSÃO E DAS ESTATÍSTICAS PARA CONTROLE DE QUALIDADE DOS COEFICIENTES DA FUNÇÃO PARA ESTIMATIVA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS PELOS AVALIADORES.....	65
TABELA 20 – NOTAÇÃO DE VARIÁVEIS PARA A FUNÇÃO DE ESTIMATIVA DE NOTAS PARA VIAGEM PELOS SEGMENTOS	65
TABELA 21 – VARIAÇÃO DE COEFICIENTES DE REGRESSÃO E ORIENTAÇÃO DECORRENTE PARA AS CONSEQÜÊNCIAS DE MANUTENÇÃO E RECONSTRUÇÃO DOS 72KM DE VIA OBSERVADOS	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHO	<i>American Association of State Highway Officials</i>
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
HRB	<i>Highway Research Board</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
NBR	Norma Brasileira
PRO	Procedimento
SHRP	Strategic Highway Research Program
TRB	<i>Transportation Research Board</i>

RESUMO

ÁVALOS, Marilda Serra (2005). Qualidade de viagens em rodovias e conseqüências de reconstrução e manutenção. São Carlos, 2005, 87 pág. Tese de doutoramento – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Nota sobre a qualidade de viagem é uma classificação associada à opinião emitida por um indivíduo em uma escala ordenada de números naturais. Setenta e dois quilômetros de rodovias vicinais próximas a Araraquara, estado de São Paulo, foram submetidos à reconstrução e manutenção durante os anos 2001 e 2003. Sobre estes segmentos de vias existem dados sobre características e estado de componentes de segmentos, e distribuição de notas sobre a qualidade de viagens obtidas a partir de opiniões emitidas por avaliadores, datados de períodos anteriores às ações de manter e reconstruir segmentos nestes quilômetros de vias. Este trabalho resume e discute resultados de uma tese de doutorado cujo objetivo principal foi mostrar que conseqüências de ações para reconstrução e manutenção de rodovias podem ser usadas para prever alterações em nível de qualidade de viagens expressas por relações entre distribuição de notas que expressem opiniões de avaliadores e ocorrências de medidas sobre características de componentes de rodovias. Depois de mantida e reconstruída a rodovia, as novas características de estado de componentes podem ser medidas em campo, e a qualidade de viagem pode ser levantada por opiniões de avaliadores. Os argumentos usados para atingir o objetivo foram obtidos por manuseio e processamento de dados com uso de estatística descritiva e análise de regressão. Espera-se que a informação sobre o comportamento de relações entre notas e medidas físicas possa contribuir para verificar as conseqüências de reconstrução e manutenção de segmentos de via, do ponto de vista de usuários. E também, orientar critérios e métodos que definam prioridades de ações para reconstruir, manter e melhorar a qualidade de viagens em rodovias.

PALAVRAS CHAVES: rodovias, qualidade de viagens, avaliação, manutenção, reconstrução

ABSTRACT

ÁVALOS, Marilda Serra (2005). Quality of trips and consequences of reconstruction and maintenance in highways. São Carlos, 2005. 87p. Doctor Thesis.-School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo.

Scores on trip quality is a classification associated to the opinion emitted by an individual in an orderly scale of natural numbers. Seventy two kilometers of close local highways Araraquara, state of Sao Paulo, Brazil, were submitted to reconstruction and maintenance in the years 2001 to 2003. One have some data reporting measures on characteristics and state of segments and distribution of scores on quality of trips obtained from opinions emitted by appraisers and dated from previous periods of maintaining and rebuilding those kilometers of roads. This work summarizes and discusses results of a doctorate thesis whose main objective went to show that consequences of actions for reconstruction and maintenance of highways can be used to foresee alterations in level of quality of expressed trips for relationships among distribution of notes that express appraisers' opinions and occurrences of measures on characteristics of components of highways. After having maintained and rebuilt the highway, the new characteristics of state of components can be measured in field, and the trip quality can be lifted up from other appraisers' opinions. The arguments used to reach the objective were obtained by handling and data processing with use of descriptive statistics and regression analysis. It is waited that the information about the behavior of relationships between notes and physical measures can contribute to verify the reconstruction consequences and maintenance of road segments, of the users' point of view and, also to guide criteria and methods that define priorities of actions to rebuild, to maintain and to improve the quality of trips in highways.

KEY WORDS: highways, quality of trips, evaluation, maintenance, reconstruction

1 Introdução

Setenta e dois quilômetros de rodovias vicinais, ligando Araraquara, Gavião Peixoto, Nova Paulicéia, Nova Europa e a entrada da via de ligação entre Gavião Peixoto e o segmento entre Nova Europa e Via Washington Luís, no estado de São Paulo, foram submetidos à reconstrução e manutenção que interferiu em 68% dos segmentos, e introduziu uma nova percepção sobre a qualidade de viagem. Isto se deu entre os anos de 2001 a 2003. São vias vicinais de duas faixas para tráfego, uma em cada sentido. Estes segmentos foram observados por pesquisadores da Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, desde a década dos 70. A Figura 1 ilustra os segmentos de rodovias analisados.

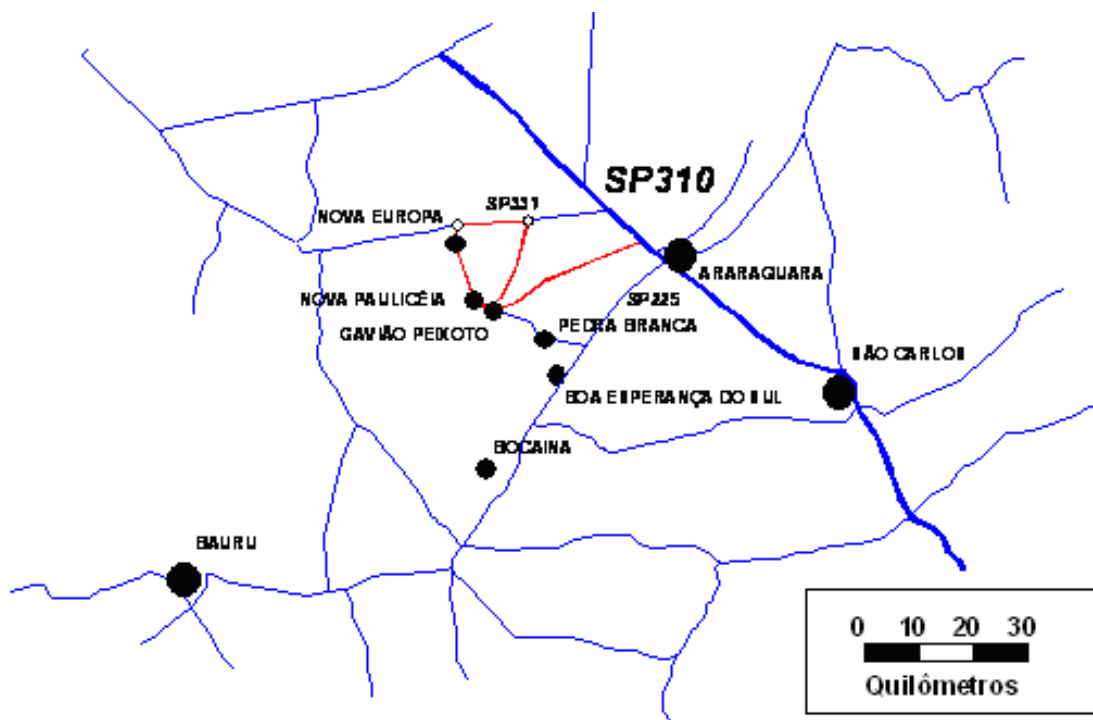


Figura 1 – Segmentos de rodovias analisados, 72km próximos à Araraquara, estado de São Paulo, Brasil

Este trabalho resume e discute resultados de ações cujo objetivo principal foi mostrar a tese de que conseqüências de ações para reconstrução e manutenção de rodovias podem ser usadas para prever alterações em nível de qualidade de viagens expressas por relações entre distribuição de notas que expressem opiniões de avaliadores e ocorrências de medidas sobre características de componentes de rodovias. Alterações no nível de qualidade de viagem se dão porque a manutenção e reconstrução modificam características de geometria longitudinal ou transversal, de superfície de pavimentos, seção transversal e de drenagem em rodovias, que são percebidas pelos que as usam.

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 de adequação ao uso de componentes constituintes de rodovias para viagens seguras e confortáveis”, conforme proposto em PADULA (1999). Nota sobre qualidade de viagem é um tipo de classificação associada à opinião emitida por um indivíduo em escala ordenada de números naturais.

As ações de técnicos para reconstrução ou manutenção de rodovias devem produzir intervenções físicas e operacionais eficazes e eficientes para o aprimoramento do nível de qualidade das viagens em rodovias, ou seja, compatíveis com a classificação de opiniões sobre as viagens emitidas por quem tais vias.

Adotando as hipóteses de que características do estado de componentes de rodovias podem ser medidas, e a qualidade de viagem pela via depois de mantida e reconstruída pode ser levantada por opiniões de avaliadores, argumentos para atingir o objetivo deste trabalho podem ser obtidos por manuseio e processamento de dados com uso de estatística descritiva e análise de regressão.

Espera-se que a comparação entre a informação obtida sobre o comportamento de relações entre distribuição de notas e ocorrência de medidas físicas sobre segmentos de vias contribua para verificar

conseqüências de reconstrução e manutenção de segmentos de via do ponto de vista de usuários. Também, para orientar critérios e métodos que definam prioridades de ações para reconstruir e manter e melhorar a qualidade de viagens em rodovias.

Em PADULA (1999) lê-se que: “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 sobre qualidade de viagem é diferente de 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. Mas é assim que se forma opinião sobre qualidade de ação física entre pneu e o revestimento da rodovia - isto pode ser útil para orientar processos de avaliação sobre conforto e segurança de viagens através de notas por classificação de opiniões emitidas por indivíduos que usam as rodovias.

Comenta-se em NAIR & HUDSON (1986) que durante o movimento de veículos, as *vibrações*, transmitidas pela suspensão, são estímulos físicos que provocam variações contínuas nas sensações de indivíduo que viaja por rodovia. Como este tipo de vibração é transmitido de diferentes maneiras, nem sempre se sente o mesmo tipo e volume de reações ao repetir o tráfego de veículo em dado segmento de rodovia, ou seja, a avaliação de qualidade é um fato subjetivo característico de cada avaliador e cada instante ou avaliação.

As sensações dos indivíduos podem ser transformadas em notas. Tais distribuições de notas emitidas por opiniões, de um único, ou diferentes indivíduos definem médias, variâncias e outras estatísticas que caracterizam os parâmetros de controle das ocorrências de notas sobre o comportamento de pavimentos e qualidade de viagens.

As notas obtidas a partir de opiniões de diferentes indivíduos pertencerão a uma distribuição de medidas (valores obtidos por medições), que associa diferentes sensações de motoristas e passageiros a características de componentes de vias. Entretanto, estes dados referem-se à classificação de um único sujeito, um único revestimento de pavimento e ao conjunto de ações entre pneu e pavimento que pessoas sentem de maneiras diferenciadas. Pode-se afirmar então: pessoas que julgam a qualidade da viagem produzem uma distribuição de medidas com parâmetros que poderiam ser usados para representar o julgamento da qualidade de viagem e expressar as sensações que cada um tem ao viajar.

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. Na prática, um pavimento bem projetado e construído deve ser capaz de suportar cargas de tráfego, e, isto pode se dar quando for dimensionado com o número de camadas e espessuras de componentes adequados, e construído com materiais, métodos e processos coerentes e correto.

A nota obtida a partir de opiniões emitidas por indivíduos pode ser uma expressão do “nível de qualidade de viagem em rodovias” usada para orientar avaliação técnica sobre componentes da rodovia quando se estudarem relações deste tipo de classificação com as características dos componentes de segmentos de rodovia.

CAREY & IRICK (1960) e HRB (1961) relatam um processo para avaliação do nível de qualidade de viagens através de notas obtidas a partir de opiniões emitidas por indivíduos, conforme conclusões de estudos sobre os experimentos na pista experimental da AASHO: treinar avaliadores para emitir opiniões sobre a viagem e classificar as respostas numa escala de “1” a “5”. Durante o levantamento de dados para avaliações de pavimentos, as notas atribuídas por cada avaliador, “individual present serviceability rating”,

foi definida como “uma nota independente por um único indivíduo em segmento de rodovia, marcando um valor específico numa escala específica” (CAREY & IRICK, 1960, p. 42). Apesar do processo exposto em CAREY & IRICK (1960) ser antigo, é ainda o que usa para avaliar qualidade de viagens em pavimentos de segmentos de rodovias.

Este tópico foi também discutido ou aplicado por outros autores como NAIR & HUDSON (1986); GARG et al. (1988); FWA & GAN (1989); GUALDA et al. (1992); AL-OMARI & DARTER (1994) e GULLEN et al. (1994) na discussão de resultados de 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, reconstrução ou manutenção de rodovias.

No Brasil, obter notas a partir de opiniões de indivíduos é especificado, por exemplo, em DNER (1978). E, foi analisado e discutido, por exemplo, em MELO (1998) que concluiu que processos de avaliação de qualidade de viagem a partir de notas atribuídas por avaliadores poderão fornecer resultados de classificação de estado de pavimento compatíveis com a cultura sobre conforto e segurança durante o tráfego de veículos daqueles que usam as vias.

E, a evolução de conceitos e métodos aplicados pela Psicometria e seus especialistas provocou novas especulações sobre o uso de resultados de avaliações subjetivas da qualidade de viagens para estudos sobre rodovias. Por exemplo, PADULA (1999), relata o uso de conceitos para análise e obtenção de escalas de medidas e classificação de estado de componentes de pavimento em função de nível para qualidade de viagem expressa por indivíduos treinados, e uso da distribuição normal de probabilidades conforme exposto em LIKERT (1932). O exposto em LIKERT (1932) pode ter data antiga, mas ainda é o que se adota para obter escalas na Psicometria (para detalhes consultar, por exemplo, CRONBACH & MEEHL (1955)).

E, também, PADULA (2002), que relata e discute informação obtida em ações para tentar mostrar que o uso de conceitos sobre auditorias, provenientes de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas para estudos sobre qualidade. Usou-se ali a análise de correlação canônica que 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.

2 Escalas para classificação, um processo para classificar qualidade de viagem

Escala para classificação a partir de opiniões de indivíduos (ou simplesmente escala) é um valor numérico de medida associado 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 que usa a lógica de ordenação para classificar ocorrências de distribuições de medidas sobre variáveis de expressão psicofísica de sensações de observadores.

A “definição de escala” é processo de aplicação comum em estudos da Psicologia e da Educação – porque, nessas ciências “medem-se” o que exprimem julgamentos emitidos por indivíduos. Exemplos de aplicações podem ser classificações de: ocorrências de opiniões emitidas por indivíduos para classificar variável. Nestes casos pode-se fixar, a partir da escala, um “valor padrão para referência”, e adotar medidas em função de números de valores padrão. Para ilustrar, desde CAREY & IRICK (1960) adota-se associar as classes “péssimo”, “ruim”, “regular”, “bom”, e “ótimo”, respectivamente aos números naturais “1”, “2”, “3”, “4” e “5”, para obter as distribuições de ocorrências de opiniões sobre qualidade de viagens sobre segmentos de pavimentos de rodovias, mais conhecidas como “notas sobre a qualidade de pavimentos”.

Obter escalas de medida a partir de opiniões de indivíduos, identificar e discutir produtos de sua aplicação ao estudo de qualidade de viagens em segmentos de rodovias foi objeto de estudos expostos em FELEX (1983) e PADULA (1999). Também o fizeram documentos como MELO (1998);

PADULA (2002); FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), PALMA, (2000) e DARONCHO (2001). E, se usaram conceitos métodos e processos que podem ser consultados em CHASE & BOWM (1992), MORGAN (1950), Microsoft Excel XP (MICROSOFT, 2003), etc.

O tratamento de medidas sobre variáveis que classifiquem distribuição de ponto de vista de indivíduos é difícil porque há que se decidir sobre quais delas interferem no comportamento de medidas sobre dado sujeito analisado, e levantar dados qualitativos, que dependem de sensações, conceitos e julgamento emitidos por pessoas, para depois verificar relações entre conjuntos envolvidos (FELEX, 1983).

Neste trabalho, o sujeito é a qualidade de viagem por rodovias vicinais, classificada a partir de estudos sobre a distribuição de respostas a entrevistas por observadores treinados, uma função de sensações expressas por avaliadores. Mas, para estudos sobre distribuições de medidas sobre variáveis dependentes de comportamento e sensações de Ser Humano deve-se ter em conta que dificuldade pode ser atribuída às interferências em resultados que o pesquisador impõe ao processo de levantamento de dados, e que poderão modificar ou condicionar as respostas às questões sob análise. Por exemplo: no levantamento de dados por entrevistas a usuários, a simples escolha de palavras que constam em questionários altera distribuições de respostas (FELEX, 1983).

Em FELEX (1990), relata-se que a teoria da história foi usada para exprimir o que ali se expôs, e introduzir conceitos sobre a formação de regiões, atividades econômicas ou relações na Sociedade. Ali dados foram obtidos através de entrevistas a habitantes e outros que utilizavam meios para transporte.

A informação, métodos e processos expostos em FELEX (1983 e 1990) podem ser usados para responder outras questões que associem a Psicofísica à avaliação de itens do transporte. O manuseio de dados ali sugerido aqui orienta raciocínios que explicam rotinas para análise que contenham ações como observar distribuições de notas sobre características

de variáveis que classifiquem viagens pelos segmentos de rodovia observados, evidenciar e identificar propriedades de variáveis para descrição de ocorrências de relações entre notas, ou equivalentes, atribuídas às viagens; e analisar e processar dados para identificar relações entre distribuições de ocorrência, utilizando técnicas da Estatística.

Em FELEX (1983 e 1990) se estudaram relações entre economia e atividades em cidades do ponto de vista de habitantes. Os resultados geraram premissa adotada em estudos sobre transporte para estudos sobre variáveis que determinam ações sobre itens para qualidade. Por isto, se pode admitir que manuseio de distribuição de resultados de entrevistas para classificar variáveis e orientar processamento de dados para estudar relações com características de vias pode partir de conceitos que se publicaram em MELO (1998); PADULA (1999); FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), PALMA (2000), e DARONCHO (2001). Estes trabalhos discutiram estudos sobre relações entre medidas sobre componentes de seções transversais, longitudinais e da superfície de rodovias e a qualidade de viagem.

Um “juízo” emitido por um indivíduo reflete uma “única posição de classificação” – e, não fornece suficiente informação para obter uma medida. Mas, um conjunto de “opiniões” pode contribuir para classificar um sujeito observado usando parâmetros de distribuição estatística de opiniões. Por isto, opiniões emitidas por indivíduos podem ser úteis para “medir” dificuldade, qualidade, estética ou percepção, etc.

O juízo sobre características de pessoas ou coisas é muitas vezes emitido através de classificação em um pequeno número de classes definidas e ordenadas. Apesar de o limite de escala de classificação conter intervalos de classe iguais, ou seja, eqüidistantes, a transformação em “medidas” pode ser mais bem efetuada assumindo-os como simples intervalos de classes sucessivas de uma escala. Isso porque no uso de intervalos sucessivos é latente a ordem de classificação. *Juízos contêm a relação de ordem de*

classificação e a expressão de escalas internas de quem classifica uma característica de coisas.

Mas, informação proveniente de interpretação de “escalas de classificação” pode também não se resumir à expressão de relações de ordem. De um lado há ordenação, de outro a classificação de espécimes apenas semelhantes, mas colocados em mesma categoria. Se a questão fosse apenas ordenar, seria necessário tratar de ordenação completa de inúmeros elementos classificados em mesma categoria.

A distribuição estatística de classificações obtidas por “juízos” pode se transformar em conjunto de medidas. Servem para classificar resultados de experimentos da Psicologia, observações sobre estética, verificação de características de pessoas ou resultados de ações de indivíduos, “nível para qualidade de produto ou serviço”, por exemplo, “a qualidade de viagem por segmentos de rodovias”, etc. E, “juízos” podem ser comparativos ou absolutos – inclusive a “inexistência de juízo”, ou “de opinião”, absoluta ou produto de comparação.

A distribuição normal é a mais importante dentre as classificadas como de probabilidade contínua, porque a maioria das variáveis que ocorrem na natureza tem a ocorrência de medidas explicadas por tal tipo de distribuição. Dados numéricos para manuseio e estudos que dependam da função densidade normal de probabilidade são expostos por tabelas em diversos livros (CHASE e BOWN, 1992, tabela B.3), ou anexados a programas para processamento em computador, por exemplo, Microsoft Excel XP 2003 (MICROSOFT, 2003).

O exposto levou à definição de processos para tratamento de dados que levam à “definição de escalas” partindo de juízos sobre coisas ou pessoas cujas características sejam enquadradas em um número definido de classes. Destaca-se o processo proposto por LIKERT (1932), que adota parâmetros característicos da distribuição normal de probabilidades para definir escalas de classificação a partir de opiniões de indivíduos.

Conforme PADULA (1999), definir escala pode se resumir em assumir que a distribuição normal explica a ocorrência de juízos, adotarem-se freqüências relativas de respostas em intervalo de classe como estimativa de probabilidades de ocorrência das classes de respostas possíveis para uma característica classificada. Depois, operar sobre a formulação teórica dos parâmetros da distribuição normal para se estimar ordenadas e caracterizar a probabilidade de ocorrência de intervalo de classe, estimar a variável normal estandardizada “z” a partir de ordenadas em curva de Gauss.

Assim, PADULA (1999) relata que para um número de classes m de um processo de definição de escala, se: p_l = freqüência relativa de juízos em intervalo de classe de medidas l ; $l = 1, \dots, m$, n_l ocorrências:

a) A freqüência relativa de ocorrência até o limite inferior para a primeira

dessas classes medidas é “0” (zero), e estimada por $\sum_{k=1}^{l-1} p_k$;

b) Também, a freqüência relativa de ocorrência de juízos até o limite superior para a primeira das classes de medidas é p_1 , e estimada por

$$\sum_{k=1}^l p_k .$$

E, podem-se estimar para a função densidade de probabilidade normal estandardizada da classe l , caracterizada pelas suas ordenadas limites, a ordenada do *limite inferior* do intervalo da classe de medidas, $y_{1(l)}$, e, a ordenada do *limite superior* deste intervalo de classe de medidas, $y_{2(l)}$. A variável estandardizada normal para cada classe l , z_l é estimada:

$$z_l = \frac{y_{1(l)} - y_{2(l)}}{p_l} .$$

Para estimar as ordenadas $y_{1(l)}$, e $y_{2(l)}$ é usual se recorrer a resultados publicados em tabelas, por exemplo, MORGAN (1950), páginas 606 a 608. E, para facilitar o processamento em computador, as estimativas de ordenadas que caracterizem os limites de classes na curva de Gauss que se associa à distribuição normal se pode recorrer à análise de regressão sobre

os dados contidos na tabela publicada em MORGAN (1950), páginas 606 a 608. E, se p é a probabilidade associada à ordenada y , com 99,5% de confiança o polinômio para estimativa de valores dessas ordenadas é: $y = -1,7244 p^4 + 3,4489 p^3 - 3,7098 p^2 + 1,9854 p + 0,0084$, A Figura 2 ilustra a estimativa de ordenadas da distribuição normal de probabilidades.

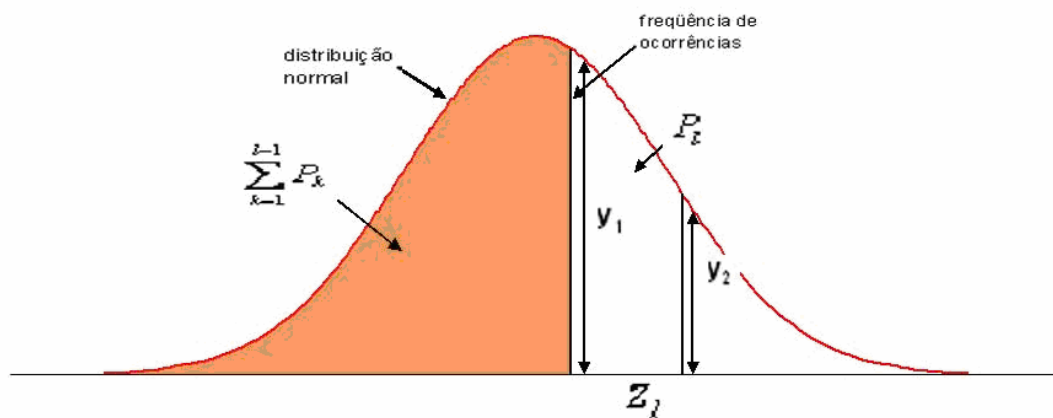


Figura 2 – Estimativa de ordenadas da distribuição normal de probabilidades

Por adotar o conceito de que qualidade nunca é acidente, é resultado de forte intenção, esforço sincero, direção inteligente e hábil para ações sobre características de produto, se ressalta que PADULA (1999) mostrou que uso de conceitos propostos nas Normas NBR ISO, ABNT (1993a, 1993b, 1993c, 1993d, 1994a, 1994b, 1994c, 1994d 1994e), para orientar controle de qualidade de viagem contribui para orientar análises sobre comportamento de pavimentos. Também, ao associar nível de qualidade a escalas, PADULA (1999) contribuiu para identificar diretrizes para melhorar nível para qualidade de construção, manutenção ou reabilitação de equipamentos de rodovias.

E, em PADULA (1999), se introduziu e utilizou propostas de LIKERT (1932) para definir escalas para classificação de variáveis a partir de opiniões de indivíduos e medidas associadas à distribuição de “classificações”, obtidas ao acionar a escolha ou percepção sobre características numéricas ou contagens. A Tabela 1 contém diagrama que resume as estimativas de parâmetros da distribuição normal conforme sugestão de LIKERT (1932).

Tabela 1 – Operações para estimativa da variável normal estandardizada e definição de escalas segundo LIKERT (1932) [fonte: PADULA, 1999]

Intervalo da classe "1"	Intervalo da classe "2"	.....	Intervalo da classe "m-1"	Intervalo da classe "m"
n_1	n_2	.....	n_{m-1}	n_m
↓	↓		↓	↓
$p_1 = \frac{n_1}{\sum_{j=1}^m n_j}$	$p_2 = \frac{n_2}{\sum_{j=1}^m n_j}$	.....	$p_{m-1} = \frac{n_{m-1}}{\sum_{j=1}^m n_j}$	$p_m = \frac{n_m}{\sum_{j=1}^m n_j}$
↓	↓		↓	↓
0	p_1$	.....	\sum_{i=1}^{m-2} p_i$	$\sum_{i=1}^{m-1} p_i$
↓	↓		↓	↓
p_1	$p_1 + p_2$	.....	$\sum_{i=1}^{m-1} p_i$	$\sum_{i=1}^m p_i$
↓	↓		↓	↓
$y_{2(1)} = f(p_1)$	$y_{2(2)} = f(p_1 + p_2)$	.....	$y_{2(m-1)} = f\left(\sum_{i=1}^{m-1} p_i\right)$	$y_{2(m)} = f\left(\sum_{i=1}^m p_i\right)$
↓	↓		↓	↓
$y_{1(1)} = 0$	$y_{1(2)} = f(p_1)$	.....	$y_{1(m-1)} = f\left(\sum_{i=1}^{m-2} p_i\right)$	$y_{1(m)} = f\left(\sum_{i=1}^{m-1} p_i\right)$
↓	↓		↓	↓
$z_1 = \frac{y_{1(1)} - y_{2(1)}}{p_1}$	$z_2 = \frac{y_{1(2)} - y_{2(2)}}{p_2}$	.....	$z_{m-1} = \frac{y_{1(m-1)} - y_{2(m-1)}}{p_{m-1}}$	$z_m = \frac{y_{1(m)} - y_{2(m)}}{p_m}$

A Figura 3 ilustra, para exemplificar, a distribuição de opiniões antes de manter e reconstruir segmentos dos 72 quilômetros de rodovias observados, obtida a partir de estimativas relatadas em PADULA (1999).

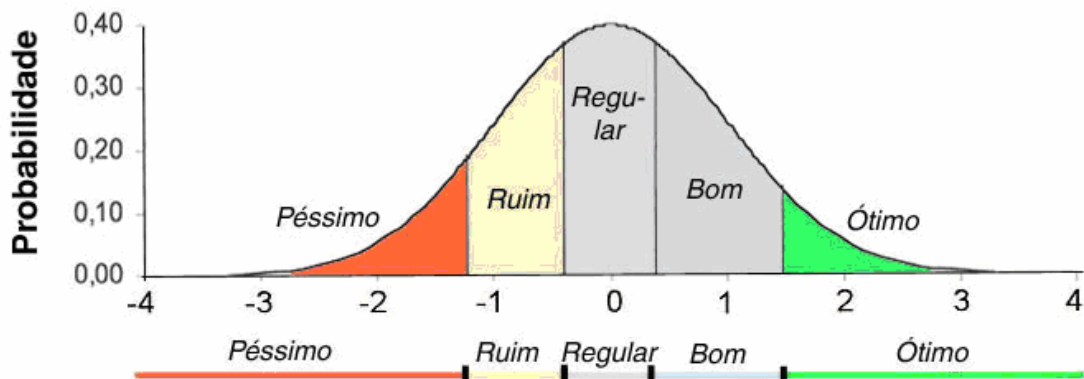


Figura 3 – Escala para qualidade de viagem obtida observando segmentos dos 72km de vias analisados, antes de reconstrução e manutenção. Fonte: PADULA (1999), página 63

3 A forma da superfície de vias, outro componente da qualidade de viagem

Chama-se *seção* à figura proveniente da interseção de um sólido ou superfície por um plano. *Formato* é a forma, levando-se em conta as dimensões. *Seção transversal* de via é o formato da seção perpendicular à direção de movimento de veículos. Esse formato é representado por projeções de componentes de vias em plano perpendicular ao eixo da direção de movimento de veículos. A Figura 4 ilustra a representação genérica de uma seção transversal.

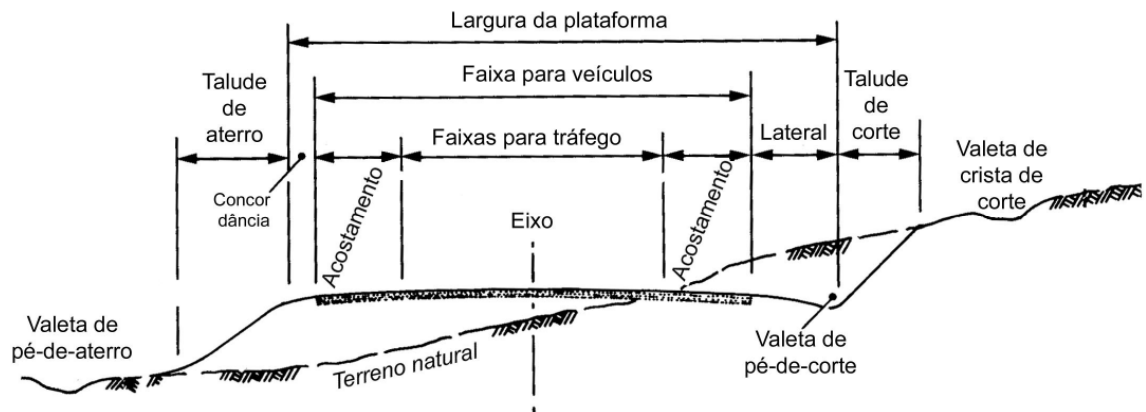


Figura 4 – Componentes de seção transversal de rodovias

As seções transversais de rodovias podem ser compostas de:

- a) *Acostamentos*: faixas que margeiam as rodovias e se destinam à circulação ou parada de veículos em emergências. Ou contribuir para o confinamento lateral de pavimentos;

- b) *Concordâncias*: superfícies curvas para suavizar transição entre superfícies da plataforma de vias e taludes nas cristas de aterros;
- c) *Declividades transversais*: os desvios para baixo da horizontal de superfície que contenha componentes da seção transversal;
- d) *Faixa de domínio*: é o segmento reto contido entre os limites laterais que delimitam legalmente a rodovia;
- e) *Faixas para tráfego*: é um segmento que delimita a circulação de um veículo em dado sentido de tráfego;
- f) *Laterais*: segmentos, ao lado da via, para concordância, segurança ou drenagem de vias;
- g) *Plataforma*: segmentos que contêm as faixas para os veículos, a drenagem de pés-de-corte e as concordâncias;
- h) *Taludes*: projeções de superfícies inclinadas em relação à horizontal, que delimitam cortes ou aterros;
- i) *Valetas de pé-de-aterro*: canais para conduzir água e proteger pé-de-aterro;
- j) *Valetas de crista-de-corte*: canais para conduzir água e proteger a crista-de-corte;
- k) *Valetas de pés-de-corte*: canais, na maioria das vezes paralelos ao eixo de via, usados para conduzir água e proteger o pé-de-corte;

PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000) publicaram resultados de estudos sobre uma amostra de trinta e sete segmentos, aleatória e heterogênea. Os segmentos foram sorteados a partir da divisão das vias observadas em comprimentos de 600m. Adotar mais de trinta sujeitos de observação sugere que a distribuição de resultados de medidas sobre o conjunto de segmentos teria distribuição que deveria ser explicada por uma distribuição de probabilidades do tipo “normal”.

Sobre documentos que relatam conceitos e medidas para descrever características de componentes dos segmentos observados pode-se em

resumo falar o que foi, adotado por PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000) e consta na Tabela 2.

Tabela 2 - Processos para manusear características de componentes de rodovias

Assunto	Documentos	Comentário
Demarcação de segmentos, avaliações de superfície, terminologia sobre defeitos e geometria de rodovias.	DNER (1977, 1978b, 1983a, 1994)	Descrevem procedimentos para a demarcação de segmentos, avaliações da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, sugerem a terminologia sobre defeitos nos pavimentos, definem itens sobre a geometria de rodovias
Avaliações de superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos	PRO 007/78(DNER, 1978b)	Trata da capacidade de pavimento prestar serviços ao movimento de veículos. A classificação pode ser efetuada a partir de opiniões emitidas por avaliadores treinados
Modelos e medidas com uso de equipamentos específicos	PRO 008/78 (DNER, 1978c)	Trata de modelos e distribuição de medidas ou ocorrências de características físicas de superfície do pavimento relacionadas às opiniões de motoristas e passageiros sobre viagens
Demarcação de segmentos de rodovias	ES 128/83 (DNER, 1983a)	Sugere comprimentos de segmentos para avaliar rodovias
Localização de segmentos de rodovias	PRO 008/94 (DNER, 1994)	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; a amostra é demarcada 3m antes e 3m depois da estação, ou seja, têm-se segmentos de 6m de comprimento pela largura média de uma faixa de rolamento.
Classificações, definições, conceitos e demarcações de defeitos de superfície de pavimentos	SHRP (1993)	Define e conceitua tipos, métodos e processos para medir, contar e classificar defeitos Sugere demarcações de segmentos para medidas
Definições e conceitos sobre defeitos	AUSTROADS (1987)	Relaciona nomes, definições, atributos e causas de defeitos. Não sugere um tamanho específico de segmento para se fazer análises

Em PADULA (1999), FREITAS (2000) e VASCONCELOS (2000) se publicaram conjuntos de resultados de estudos sobre itens de caracterização e descrição de componentes desses segmentos de vias e suas relações com a qualidade de viagens. Para controle da expressão da qualidade de viagem foram adotadas notas obtidas por classificação de opiniões emitidas por indivíduos, conforme sugerido em PRO 07/78 DNER (1978b). DARONCHO (2001) publicou resultados de um dos estudos que

complementaram esse conjunto, por incluir os defeitos na superfície de movimento de veículos.

Do ponto de vista dos avaliadores de segmentos que forneceram dados a PADULA (1999), FREITAS (2000) e VASCONCELOS (2000) e conceitos de documentos que descreviam as características dessas rodovias (Tabela 2): o “estado” dos pavimentos antes da reconstrução e manutenção (1998) 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%; e a velocidade declarada para projeto foi 60km/h.

Usando conceitos emitidos nos documentos resumidos na Tabela 2, os seguintes documentos estão dentre os que publicaram dados e análises de estudos sobre qualidade de viagem antes da reconstrução e manutenção dos segmentos a serem estudados:

- a) VASCONCELOS (2000), onde páginas 27 a 30 e 33 descrevem o tipo componente da geometria (tangente, sentido de curva, declividades longitudinais), e medidas sobre comprimentos, flecha e raio de curva, declividade longitudinal, grau de curvatura, curvaturas, larguras de componentes. A Figura 5 contém ilustração sobre geometria e aparência de segmento na ligação Araraquara - Gavião Peixoto, antes de reconstrução e manutenção;



Figura 5 – Ilustração de aparência e geometria de segmento na ligação Araraquara - Gavião Peixoto, antes de reconstrução e manutenção (Fonte: DARONCHO, 2001)

- 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, Figura 6.



Figura 6 - Ilustração de revestimento e acúmulo de água em segmentos observados, antes de reconstrução e manutenção (Fonte: PALMA, 2000)

- c) DARONCHO (2001), onde capítulos 2 e 4 descreveram e publicaram medidas sobre defeitos de superfície do pavimento. 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.

Convém comentar que durante a coleta de dados antes da reconstrução VASCONCELOS (2000), FREITAS (2000) e DARONCHO (2001) utilizaram-se de equipamentos e processos simples e acessíveis a qualquer grupo

interessado em obter características físicas de componentes de rodovia. A Figura 7 ilustra um clinômetro que esteve dentre os artefatos usados para levantamento de declividades.



Figura 7 - Medidas de declividade com clinômetro desenvolvido na Escola de Engenharia de São Carlos (Fonte: VASCONCELOS, 2000)

Dentre 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 equipamentos para drenar participam não só da condução e controle do fluxo de água, mas são percebidos na formação de 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 fornecida por indivíduos 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) 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 para facilitar estudos sobre prioridades de manutenção em rodovias, identificar e sugerir ações para melhorar a conservação de rodovias.

Usar e complementar a informação contida em PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), DARONCHO (2001), PADULA (2002) contribuiu para identificar processos para orientar a escolha de intervenções sobre componentes da rodovia mais eficientes por ampliar o conhecimento sobre o como julgar e fixar a ordem de prioridade de ações para reconstrução e manutenção de vias.

4 Classificação e identificação de relações entre respostas a entrevistas e qualidade de viagens

Após a reconstrução e manutenção dos 72 quilômetros de rodovias observados, a coleta de dados, correspondeu à observação sobre quarenta e quatro segmentos de aproximadamente 600 metros cada um, ilustrados na Tabela 3 e Figura 1.

A Tabela 3 resume a demarcação dos segmentos observados. Os processos adotados para levantamento de dados estão descritos em FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000), DARONCHO (2001). O Anexo I ilustra e descreve o estado dos quarenta e quatro segmentos analisados, contendo informações resumidas sobre os equipamentos para drenar, a superfície de movimento de veículos, fotos e alguns detalhes quando necessário para visualizar as vias onde se levantaram dados.

Para avaliação e obtenção de distribuições de opiniões sobre qualidade de viagem adotaram-se notas fornecidas por trinta e seis observadores treinados, processos e critérios similares ao que se expuseram no procedimento PRO 07/78 (DNER, 1978b). Isto porque, segundo PADULA (1999), o processo de atribuir nota à qualidade de viagem por observadores treinados para avaliar qualidade de pavimentos é similar à classificação de qualquer equipamento que verifique a qualidade de sensações de observadores sobre a via.

A Tabela 4 resume as ocorrências de avaliações, para cada um dos 36 avaliadores. A Tabela 5, resume o número de ocorrências de avaliações, para cada um dos 44 segmentos observados.

Tabela 3 – Esquema dos segmentos observados, após manutenção e reconstrução

Araraquara (origem) – Gavião Peixoto							
Início em relação à origem(km)	0	1,4	2,0	3,1	3,7	4,0	4,6
Segmentos		11		12		13	
Início em relação à origem(km)	6,4	7,0	10,0	10,6	13,6	14,2	15,1
Segmentos	14		15		16		17
Início em relação à origem(km)	15,7	15,8	16,4	17,6	18,2	19,4	20,0
Segmentos		18		19		20	21
Início em relação à origem(km)	20,6	21,2	21,8	22,0	22,6	22,7	23,3
Segmentos		22		23		24	
Início em relação à origem(km)	23,8	24,4	24,8	25,4	26,0	26,6	27,2
Segmentos	25		26		27	28	
Início em relação à	28,2	28,8	29,7	30,3	31,1		
Segmentos	29		30				
Gavião Peixoto – Nova Paulicéia							
Início em relação à	31,1	31,4	32,0	32,1	32,7	32,9	33,5
Segmentos		31		32		33	
Início em relação à origem(km)	33,7	34,3	34,7				
Segmentos	34						
Nova Paulicéia – Nova Europa							
Início em relação à origem(km)	34,7	35,3	35,9	36,1	36,7	37,8	38,4
Segmentos	35	36		37		38	
Início em relação à origem(km)	38,5	39,1	39,2	39,8	40,6	41,2	42,0
Segmentos	39		40		41		
Nova Europa – Trevo Rodovia Araraquara a Ibitinga							
Início em relação à origem(km)	42,0	43,0	43,6	44,0	44,6	45,0	45,6
Segmentos		42		43			
Trevo Rodovia Araraquara a Ibitinga - Trevo Ibitinga							
Início em relação à origem(km)	45,6	46,2	49,0	49,6	54,4	55,0	57,8
Segmentos	44		45		46		47
Início em relação à origem(km)	58,4	58,7					
Segmentos							
Trevo Rodovia Araraquara a Ibitinga – Gavião Peixoto							
Início em relação à origem(km)	58,7	60,7	61,3	63,7	64,3	65,0	65,6
Segmentos		48		49		50	
Início em relação à origem(km)	66,7	67,3	68,4	69,0	69,5	70,1	71,1
Segmentos	51		52		53		54

Tabela 4 – Número de ocorrências de notas sobre qualidade de viagens, após manutenção e reconstrução, para cada um dos 36 avaliadores

Avaliador	Avaliação					Viajaria por 8 horas neste segmento?		
	Péssima 1	Ruim 2	Regular 3	Boa 4	Ótima 5	sim	não	não sei
1	1	7	7	29	0	26	14	4
2	1	10	19	11	3	28	16	0
3	2	5	13	17	7	29	15	0
4	5	11	21	7	0	23	21	0
5	1	0	13	14	16	35	9	0
6	7	5	22	10	0	27	17	0
7	0	3	11	26	4	37	2	5
8	0	2	10	20	12	39	2	3
9	0	5	17	21	1	21	9	14
10	1	10	15	13	5	16	15	13
11	5	6	8	9	16	25	4	15
12	2	5	10	18	9	13	13	18
13	0	5	12	19	8	37	7	0
14	1	6	11	13	13	31	7	6
15	2	6	7	13	16	32	7	5
16	2	6	7	12	17	32	12	0
17	2	7	8	13	14	27	10	7
18	2	6	18	10	8	29	15	0
19	2	3	10	24	5	32	12	0
20	0	2	17	21	4	31	13	0
21	12	10	13	8	1	1	39	4
22	8	5	7	8	16	31	13	0
23	4	5	12	11	12	35	9	0
24	4	3	12	24	1	35	9	0
25	1	2	15	23	3	39	2	3
26	0	4	21	18	1	36	5	3
27	0	5	22	17	0	19	5	20
28	1	6	14	20	3	32	11	1
29	3	7	18	14	2	17	27	0
30	3	6	20	14	1	18	26	0
31	3	12	14	15	0	19	25	0
32	4	5	22	12	1	19	25	0
33	2	5	22	12	3	22	22	0
34	1	7	8	28	0	30	12	2
35	2	8	20	12	2	27	16	1
36	4	8	17	13	2	29	14	1

Tabela 5 – Número de ocorrências de notas sobre qualidade de viagens nos segmentos observados, após manutenção e reconstrução, para cada um dos 44 segmentos avaliados

segmento	Avaliação					Viajaria por 8 horas neste segmento?		
	Péssima 1	Ruim 2	Regular 3	Boa 4	Ótima 5	sim	não	não sei
11	0	1	2	16	17	34	2	0
12	0	1	2	26	7	33	1	2
13	0	1	3	20	12	34	1	1
14	0	1	5	19	11	34	1	1
15	0	1	5	20	10	34	1	1
16	0	1	3	19	13	33	1	2
17	0	1	11	20	4	25	9	2
18	0	2	4	23	7	32	4	0
19	0	1	4	21	10	35	1	0
20	0	1	7	18	10	28	7	1
21	0	3	7	17	9	28	8	0
22	0	2	13	15	6	25	9	2
23	0	3	9	18	6	28	7	1
24	0	1	5	24	6	34	1	1
25	0	2	8	20	6	30	3	3
26	1	9	16	7	3	14	15	7
27	0	4	8	19	5	25	9	2
28	0	6	15	12	3	18	12	6
29	2	3	11	17	3	24	9	3
30	5	7	19	5	0	9	21	6
31	12	20	3	1	0	4	30	2
32	14	17	5	0	0	2	31	3
33	4	16	16	0	0	9	23	4
34	6	10	30	0	0	7	22	7
35	19	14	3	0	0	3	33	0
36	5	9	19	2	0	7	23	6
37	2	9	25	0	0	10	20	6
38	4	11	21	0	0	10	23	3
39	3	14	18	1	0	5	28	3
40	10	14	11	1	0	5	29	2
41	3	10	21	2	0	14	18	4
42	0	3	11	19	3	30	5	1
43	0	2	9	24	1	31	2	3
44	0	0	3	17	16	34	1	1
45	0	1	4	15	16	35	0	1
46	0	3	4	17	12	30	4	2
47	0	2	15	18	1	30	3	3
48	0	1	16	15	4	30	3	3
49	0	2	20	12	2	23	8	5
50	0	1	20	13	2	24	8	4
51	0	4	25	6	1	19	11	6
52	0	2	15	18	1	26	7	3
53	0	1	14	20	1	24	6	6
54	0	3	20	11	2	24	7	5

As contagens de ocorrências resumidas na Tabela 5 podem ser utilizadas para obter escalas de classificação conforme PADULA (1999), e processo resumido na Tabela 1. A Tabela 6 resume as estimativas dos escores z e ordenadas para o conjunto de todos os segmentos observados.

Tabela 6 – Estimativa de ordenadas de escala para classificação para todas respostas de avaliadores sobre qualidade de viagem pelos segmentos observados, após reconstrução e manutenção

	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
Frequência	90	208	505	575	207
Proporção ($p_2 - p_1$)	0,0562	0,1313	0,3188	0,3630	0,1307
Proporção abaixo (p_1)	0,0000	0,0562	0,1875	0,5063	0,8693
Proporção abaixo da categoria (p_2)	0,0562	0,1875	0,5063	0,8693	1,0000
Ordenada do limite menor (y_1)	0,0000	0,1088	0,2708	0,3969	0,2118
Ordenada do limite maior (y_2)	0,1088	0,2708	0,3969	0,2118	0,0000
$(y_1 - y_2)$	-0,1088	-0,1620	-0,1261	0,1852	0,2118
Z	-1,9370	-1,2337	-0,3955	0,5101	1,6204
z (correspondente a y_1)	-3,1259	-1,5885	-0,8602	0,0905	1,1358
z (correspondente a y_2)	-1,5885	-0,8602	0,0905	1,1358	3,1259

A Figura 8 ilustra um tipo de curva de distribuição normal obtida com ordenadas estimadas conforme PADULA (1999), adotando rotina desenvolvida para o Microsoft Excel (MICROSOFT, 2003).

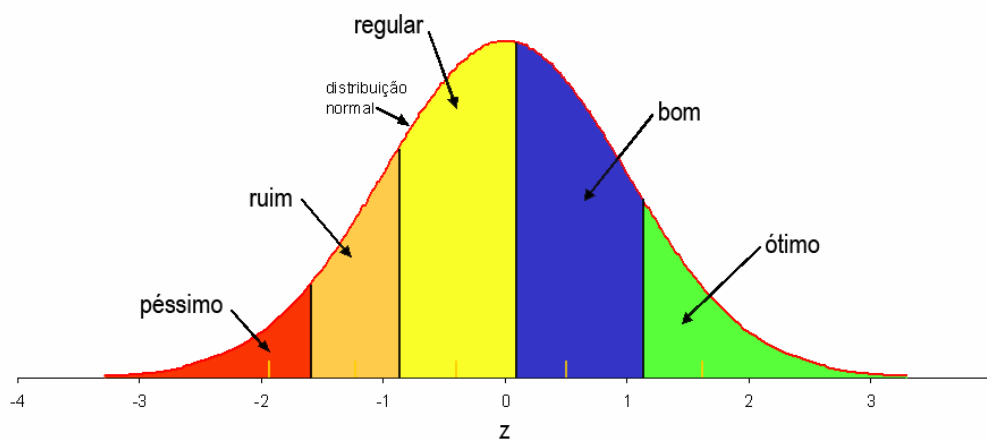


Figura 8 - Curva de distribuição normal para classificação, para todas as ocorrências de respostas de avaliadores sobre qualidade de viagem de segmentos observados, após reconstrução e manutenção

A Tabela 7 resume os escores, abscissas da função que representa a distribuição normal de respostas a entrevistas sobre a qualidade de viagem para os segmentos observados, após reconstrução e manutenção efetuada.

Tabela 7 – Escores da distribuição normal de respostas a entrevistas sobre a qualidade de viagem pelos segmentos observados, após reconstrução e manutenção

Segmento	Avaliação					Segmento	Avaliação				
	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo		Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
11	-2,991	-2,374	-1,736	-0,744	1,609	33	-2,265	-0,642	1,487	2,853	2,989
12	-2,991	-2,856	-2,219	-0,384	1,970	34	-2,188	-0,843	1,209	2,853	2,989
13	-2,991	-2,856	-2,129	-0,498	1,766	35	1,622	0,850	2,217	2,853	2,989
14	-2,991	-2,856	-1,962	-0,288	1,809	36	-2,097	-0,654	0,671	2,217	2,989
15	-2,991	-2,856	-1,962	-0,248	1,849	37	-2,508	-1,231	1,141	2,853	2,989
16	-2,991	-2,856	-2,120	-0,541	1,723	38	-2,265	-0,822	1,307	2,853	2,989
17	-2,991	-2,856	-1,674	0,370	2,179	39	-2,265	-0,748	1,380	2,853	2,989
18	-2,991	-2,374	-1,479	-0,127	1,970	40	-1,849	-0,040	1,672	2,853	2,986
19	-2,991	-2,856	-2,044	-0,330	1,849	41	-2,265	-0,862	0,784	2,372	2,990
20	-2,991	-2,856	-1,835	-0,121	1,849	42	-2,991	-2,219	-0,951	0,541	2,265
21	-2,991	-2,130	-1,026	-0,005	1,887	43	-2,991	-2,374	-1,232	0,659	2,508
22	-2,991	-2,374	-1,065	0,343	2,026	44	-2,991	-2,856	-2,219	-0,731	1,623
23	-2,991	-2,130	-0,948	0,217	2,026	45	-2,991	-2,856	-2,04	-0,556	1,623
24	-2,991	-2,856	-1,962	-0,070	2,026	46	-2,991	-2,219	-1,254	-0,259	1,767
25	-2,991	-2,374	-1,269	0,139	2,026	47	-2,991	-2,374	-1,005	0,885	2,508
26	-2,508	-1,231	0,038	1,025	2,264	48	-2,991	-2,374	-0,992	0,655	2,265
27	-2,991	-2,044	-0,863	0,2878	2,097	49	-2,991	-2,374	-0,826	0,910	2,354
28	-2,991	-1,962	-0,449	0,786	2,264	50	-2,991	-2,374	-0,826	1,065	2,508
29	-2,508	-1,562	-0,702	0,616	2,264	51	-2,991	-2,044	-0,153	1,890	2,990
30	-2,097	-0,737	0,413	2,043	2,989	52	-2,991	-2,374	-1,005	0,885	2,508
31	-1,767	0,498	2,128	2,853	2,990	53	-2,991	-2,374	-1,031	1,341	2,990
32	-1,683	0,496	2,0428	2,853	2,990	54	-2,991	-2,130	-0,498	1,149	2,508

E, a Figura 9 ilustra a escala para classificação de todas as ocorrências de respostas de avaliadores sobre a qualidade de viagem pelos segmentos observados, após reconstrução e manutenção, obtida das ordenadas z da Figura 8.



Figura 9 - Escala para classificação, para todas as ocorrências de respostas de avaliadores sobre a qualidade de viagem pelos segmentos observados, após reconstrução e manutenção

As Figura 10 até à Figura 53 ilustram a distribuição normal de ocorrências de respostas sobre qualidade de viagem, após reconstrução e manutenção.

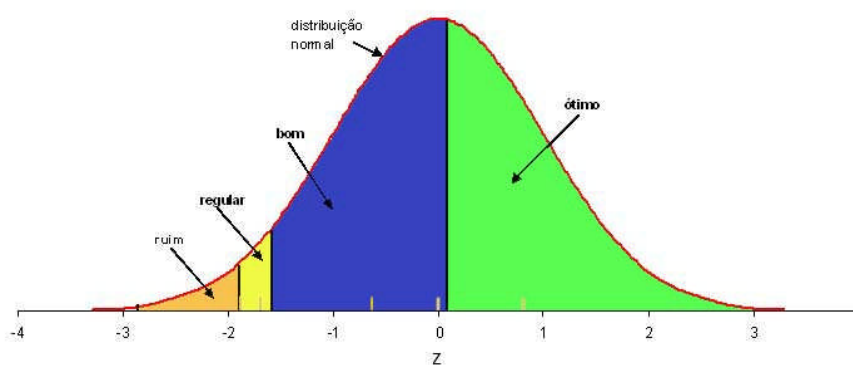


Figura 10 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 11, após manutenção e reconstrução

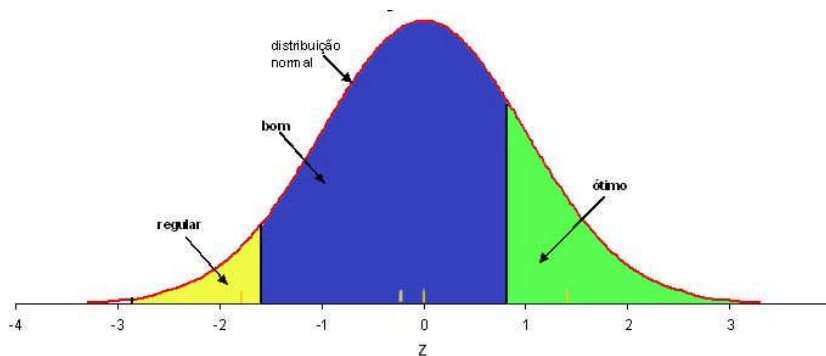


Figura 11 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 12, após manutenção e reconstrução

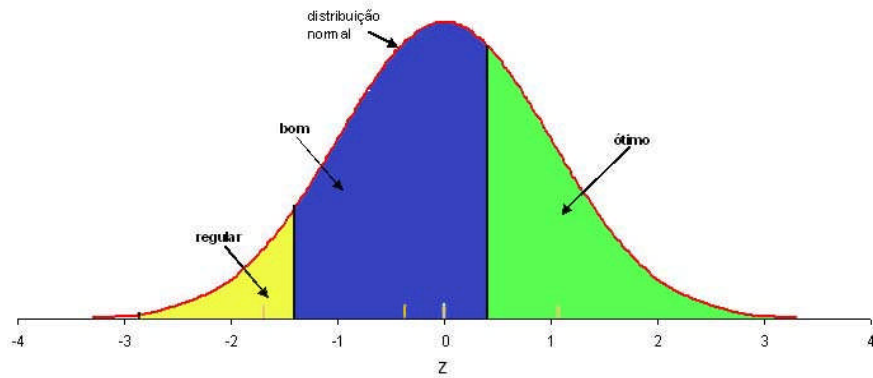


Figura 12 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 13, após manutenção e reconstrução

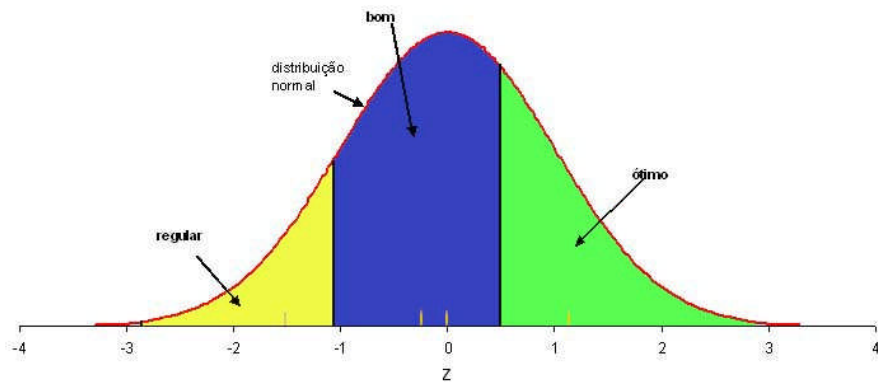


Figura 13 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 14, após manutenção e reconstrução

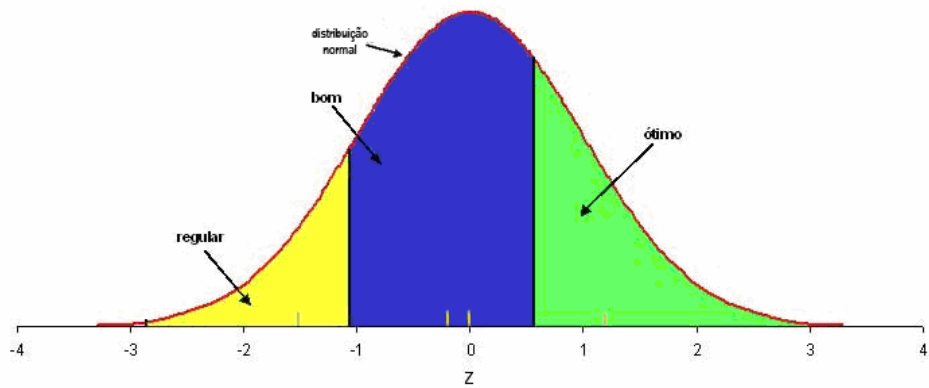


Figura 14 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 15, após manutenção e reconstrução

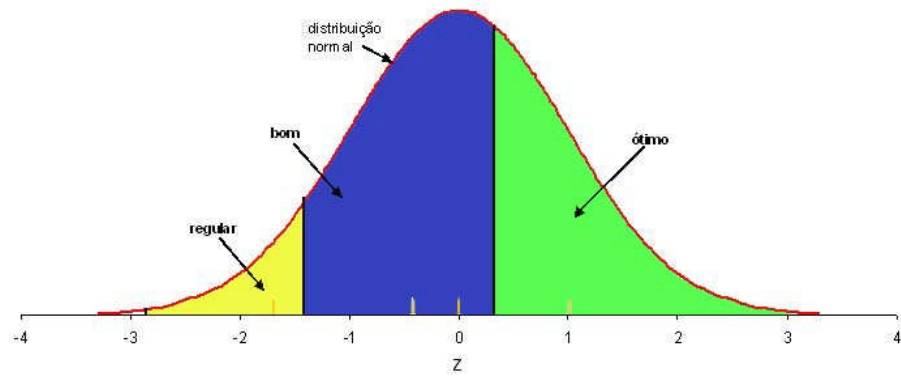


Figura 15 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 16, após manutenção e reconstrução

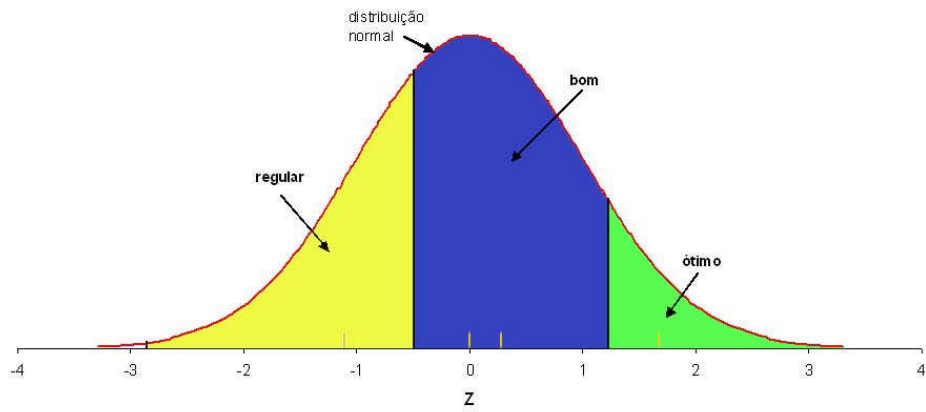


Figura 16 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 17, após manutenção e reconstrução

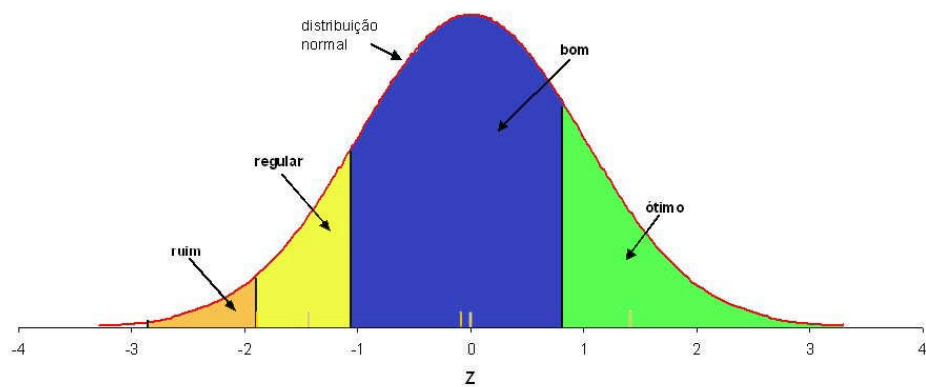


Figura 17 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 18, após manutenção e reconstrução

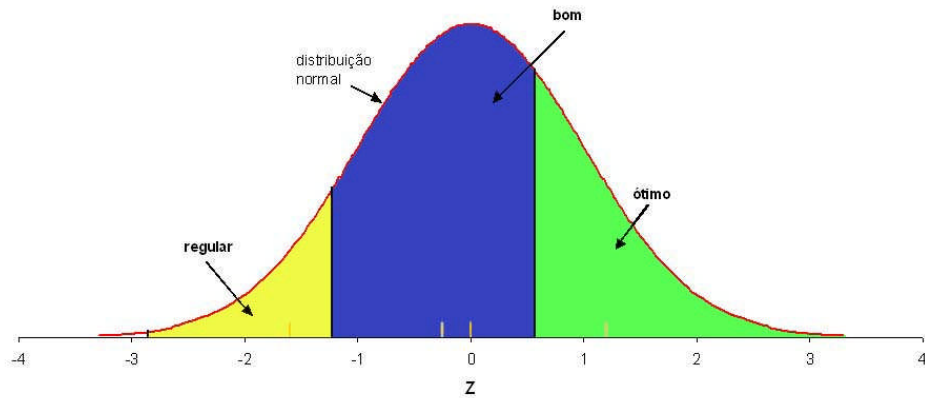


Figura 18 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 19, após manutenção e reconstrução

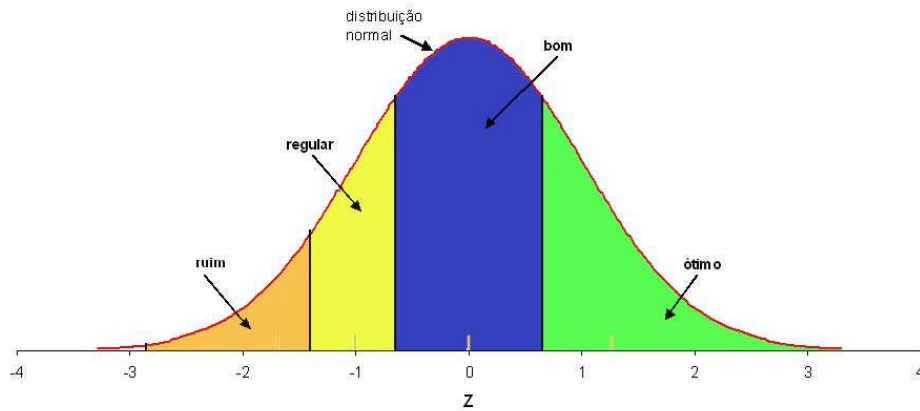


Figura 19 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 20, após manutenção e reconstrução

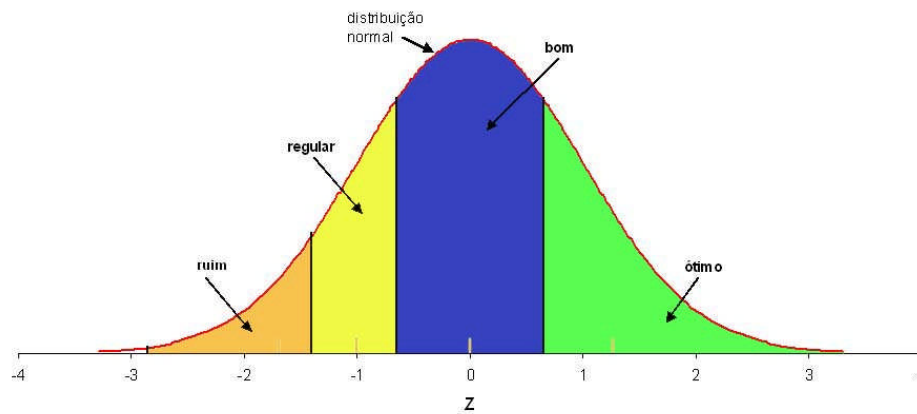


Figura 20 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 21, após manutenção e reconstrução

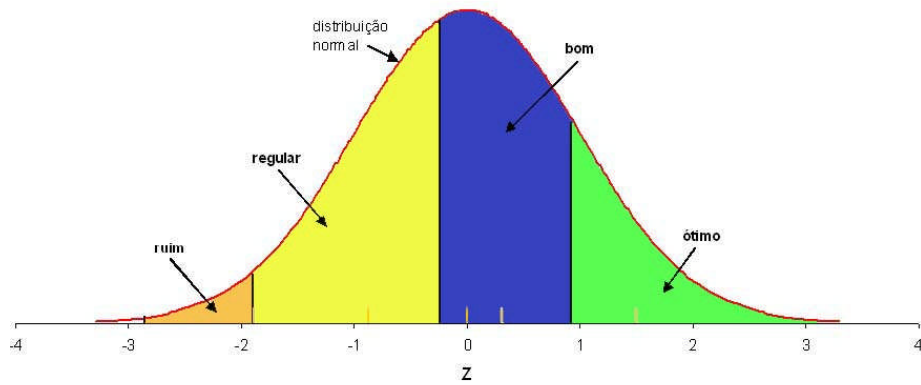


Figura 21 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 22, após manutenção e reconstrução

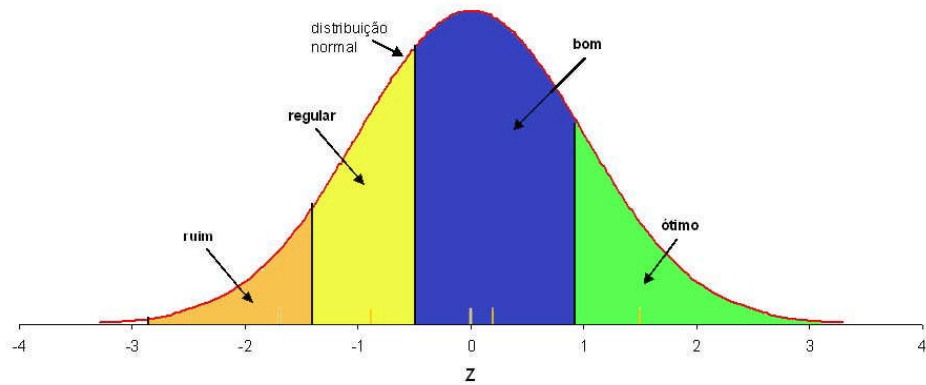


Figura 22 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 23, após manutenção e reconstrução

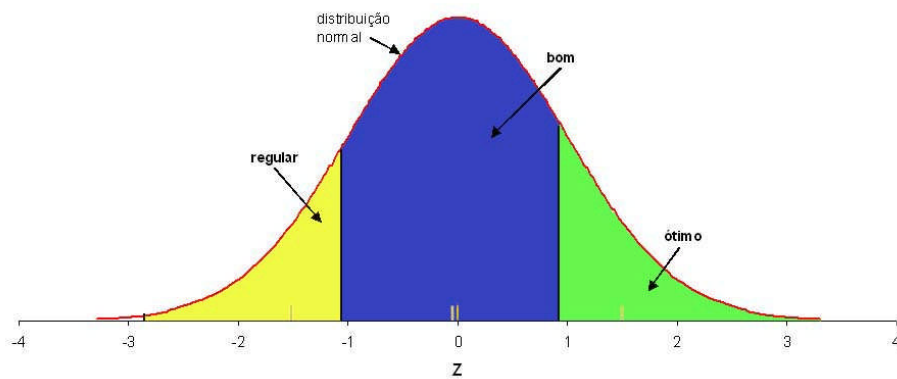


Figura 23 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 24, após manutenção e reconstrução

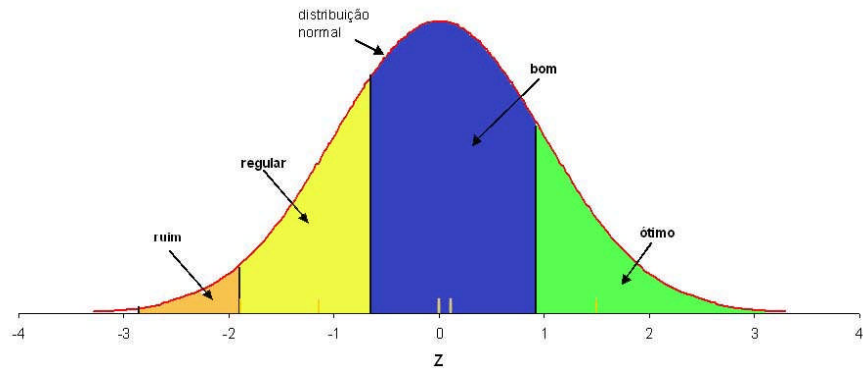


Figura 24 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 25, após manutenção e reconstrução

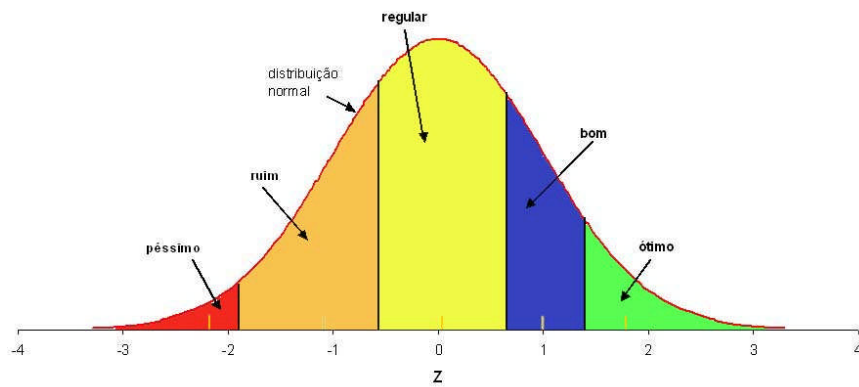


Figura 25 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 26, após manutenção e reconstrução

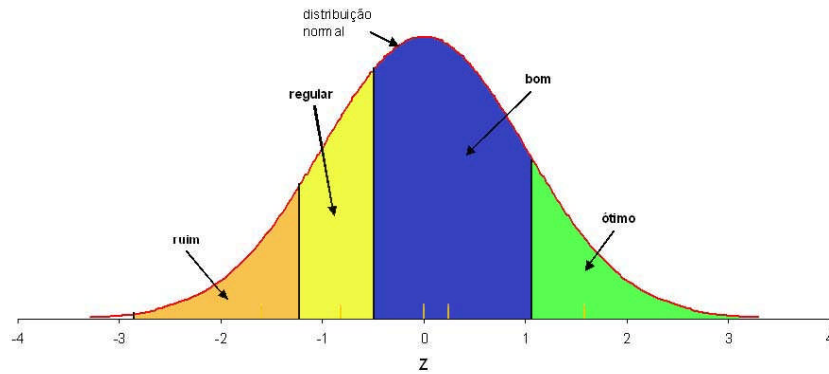


Figura 26 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 27, após manutenção e reconstrução

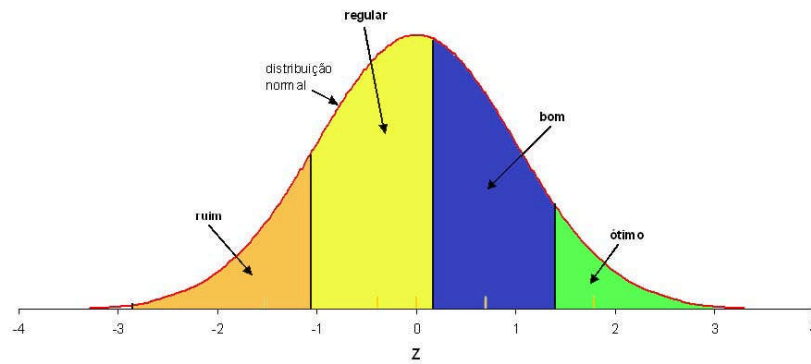


Figura 27 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 28, após manutenção e reconstrução

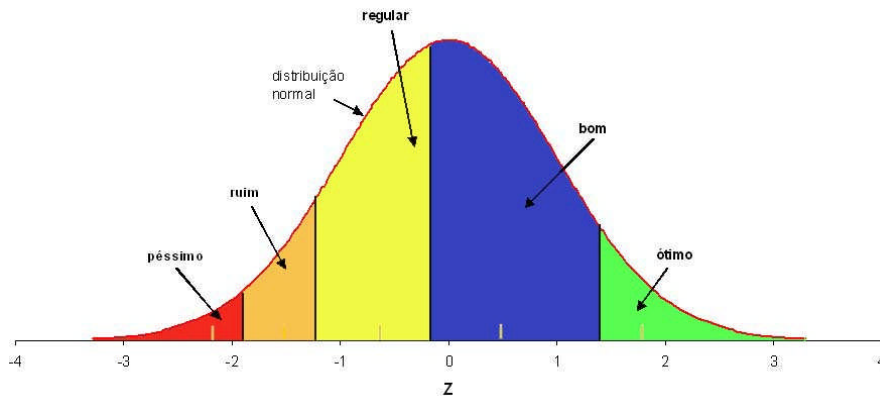


Figura 28 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 29, após manutenção e reconstrução

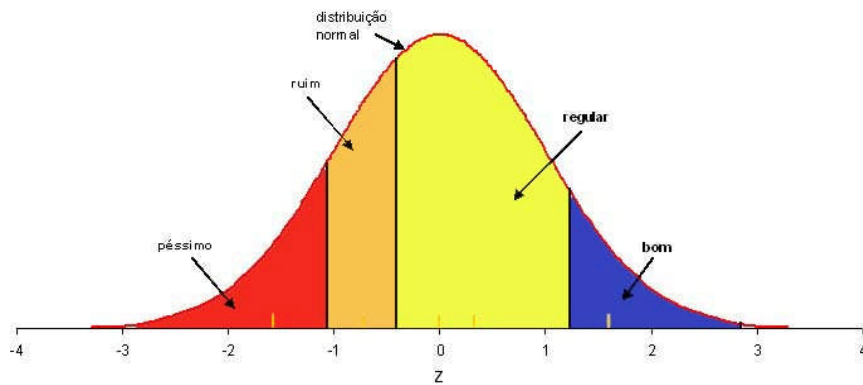


Figura 29 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 30, após manutenção e reconstrução

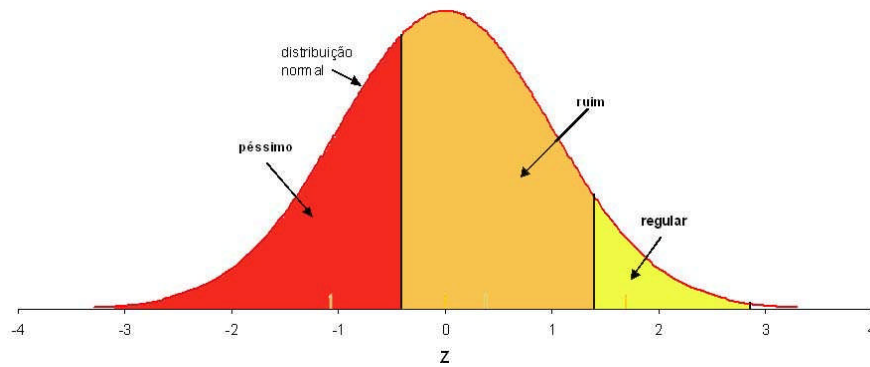


Figura 30 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 31, após manutenção e reconstrução

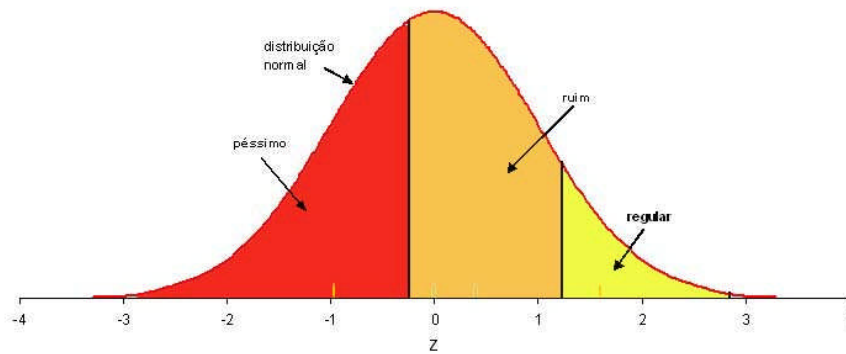


Figura 31 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 32, após manutenção e reconstrução

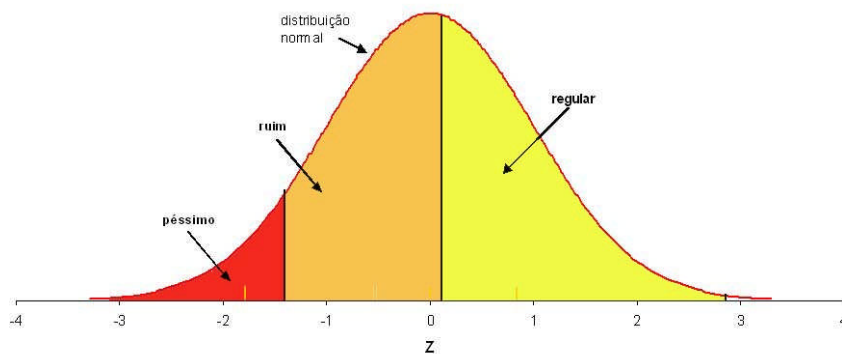


Figura 32 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 33, após manutenção e reconstrução

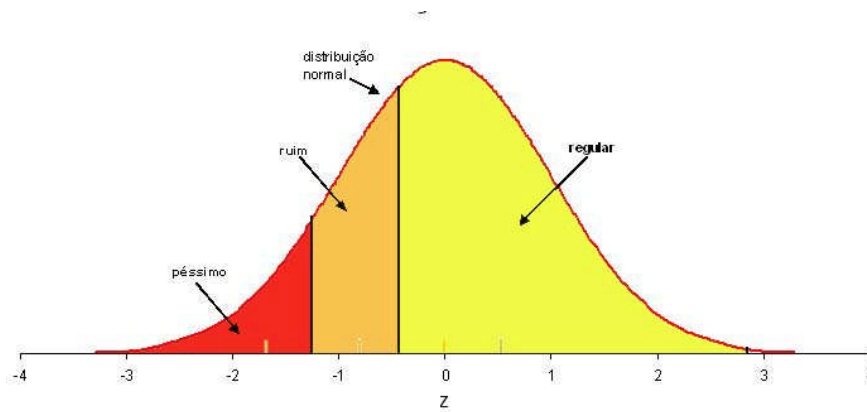


Figura 33 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 34, após manutenção e reconstrução

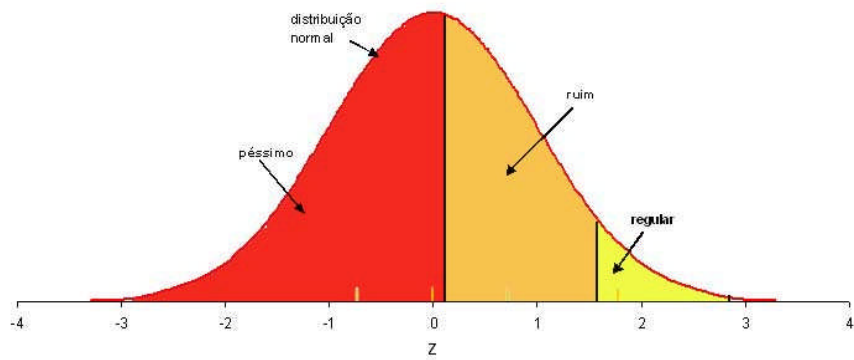


Figura 34 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 35, após manutenção e reconstrução

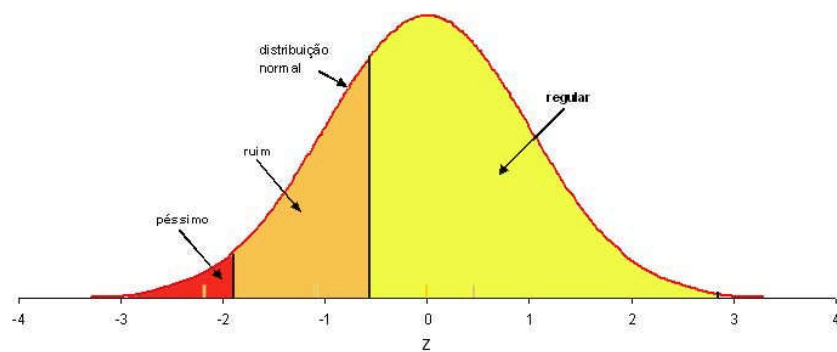


Figura 35 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 36, após manutenção e reconstrução

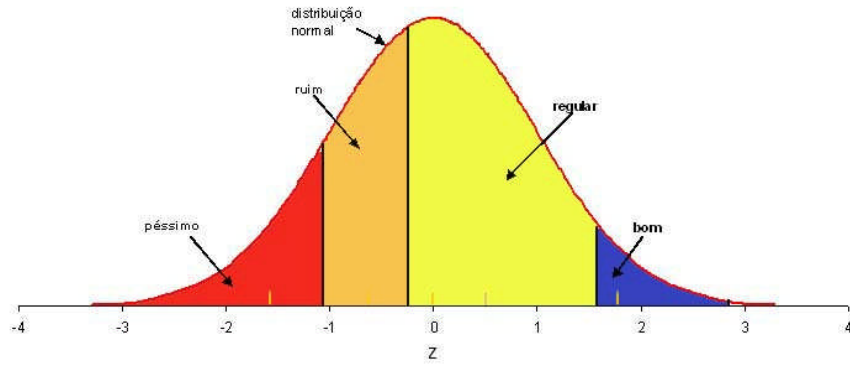


Figura 36 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 37, após manutenção e reconstrução

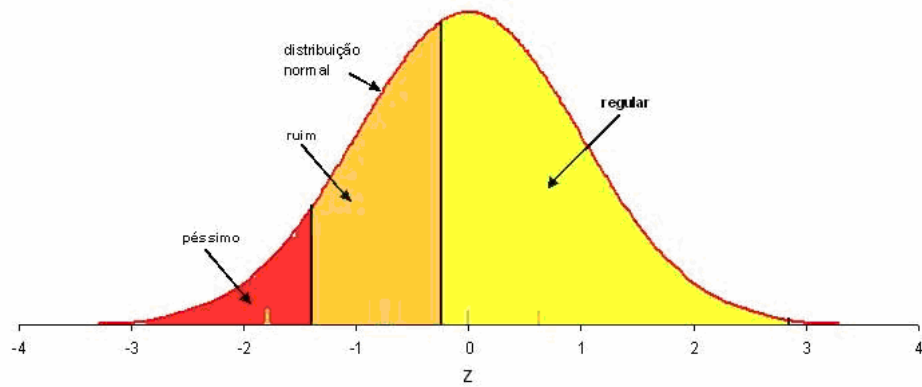


Figura 37 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 38, após manutenção e reconstrução

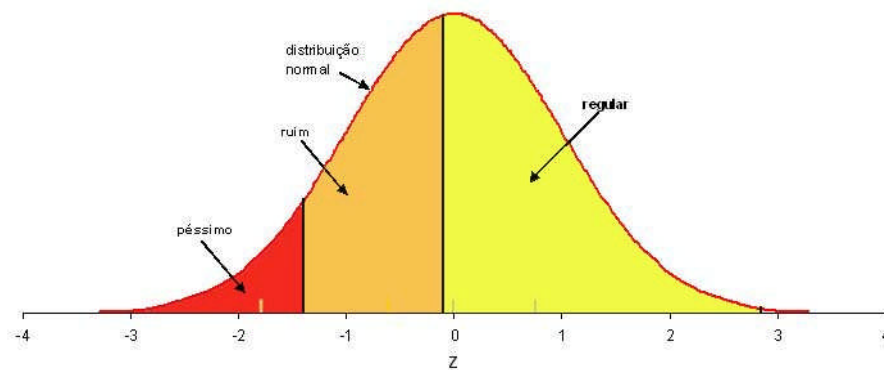


Figura 38 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 39, após manutenção e reconstrução

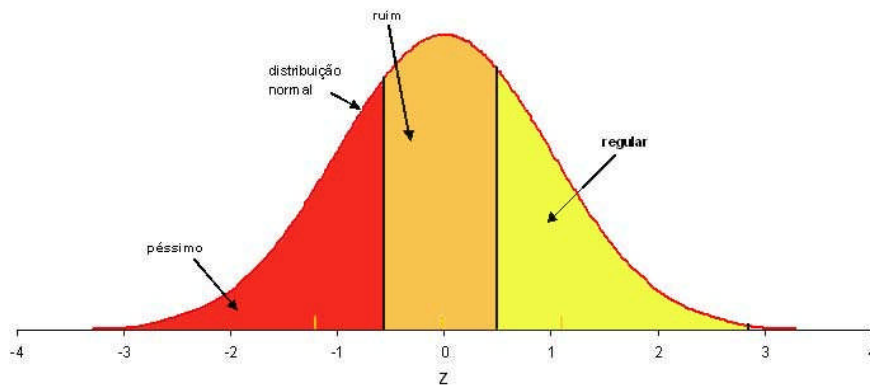


Figura 39 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 40, após manutenção e reconstrução

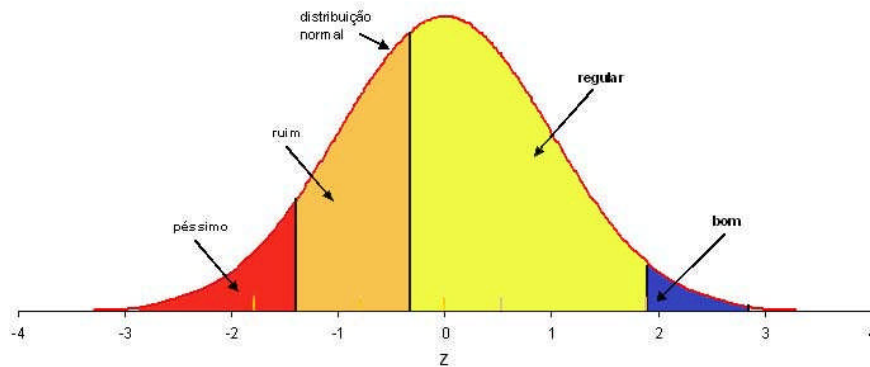


Figura 40 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 41, após manutenção e reconstrução

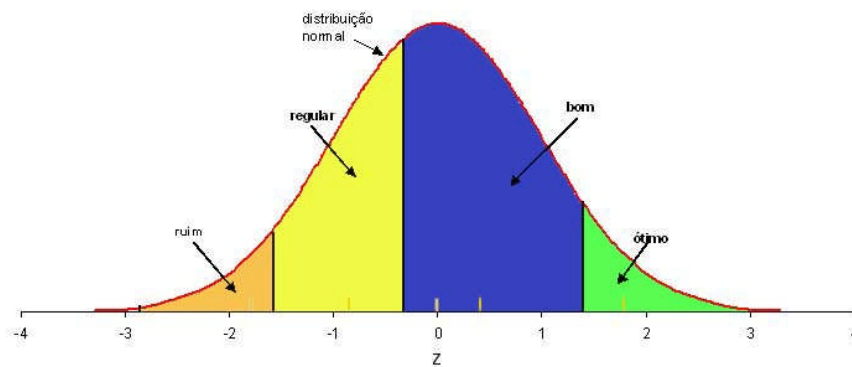


Figura 41 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 42, após manutenção e reconstrução

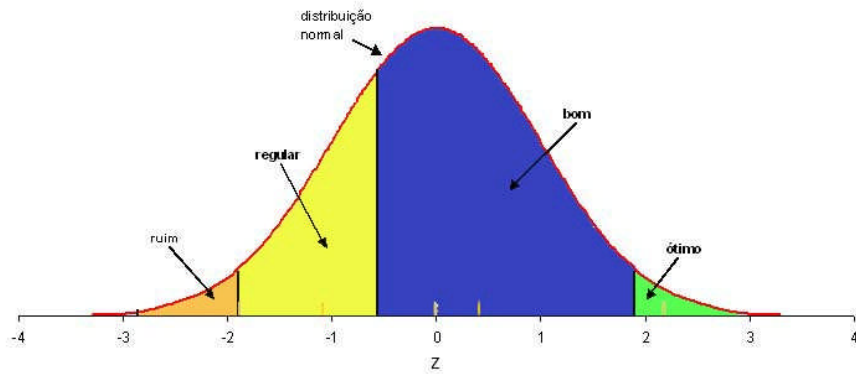


Figura 42 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 43, após manutenção e reconstrução

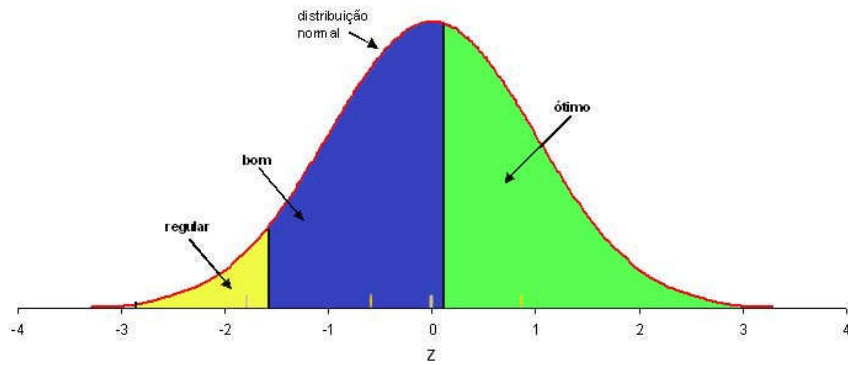


Figura 43 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 44, após manutenção e reconstrução

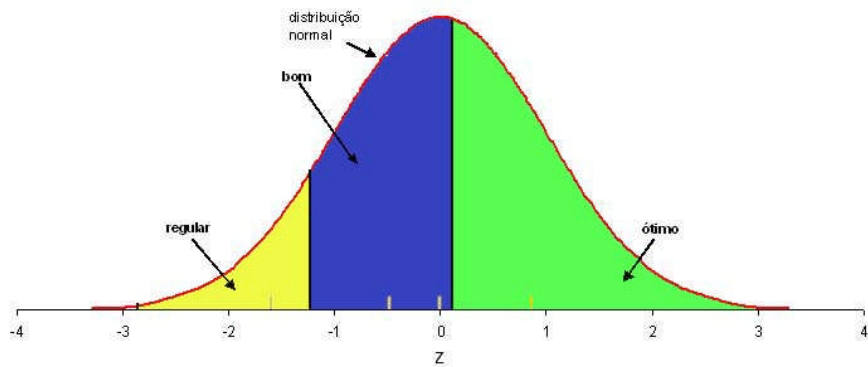


Figura 44 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 45, após manutenção e reconstrução

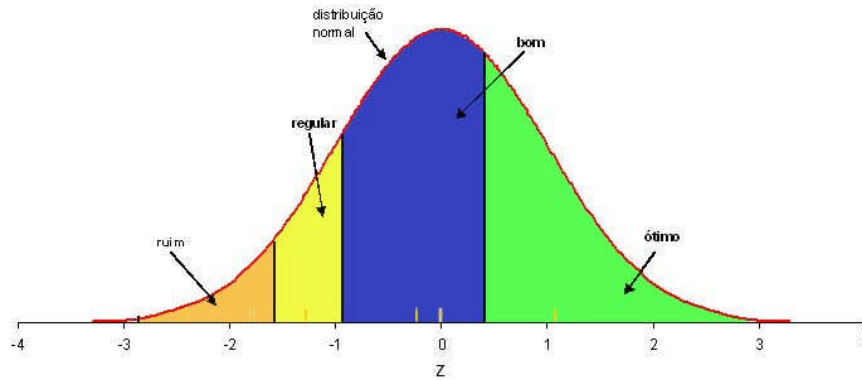


Figura 45 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 46, após manutenção e reconstrução

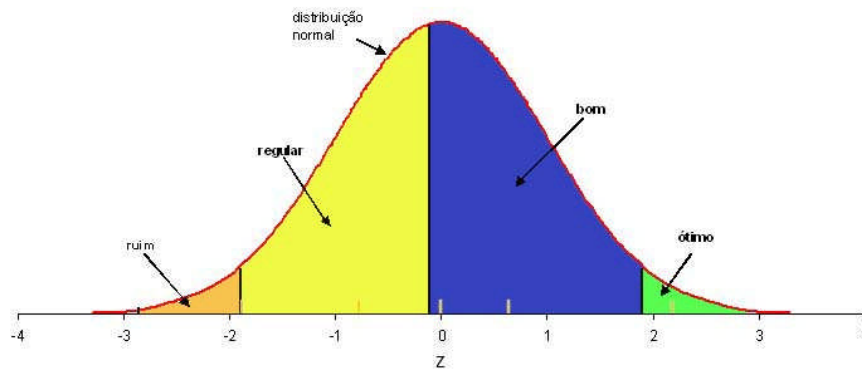


Figura 46 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 47, após manutenção e reconstrução

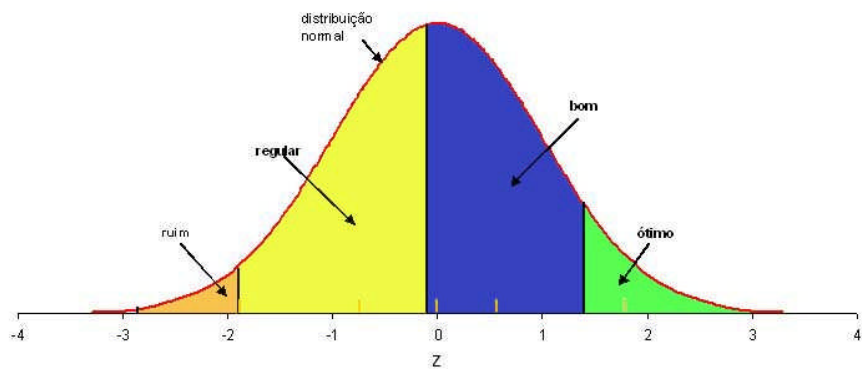


Figura 47 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 48, após manutenção e reconstrução

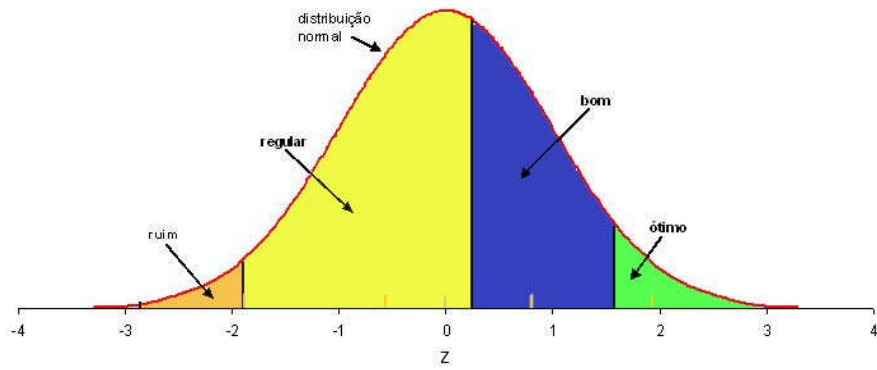


Figura 48 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 49, após manutenção e reconstrução

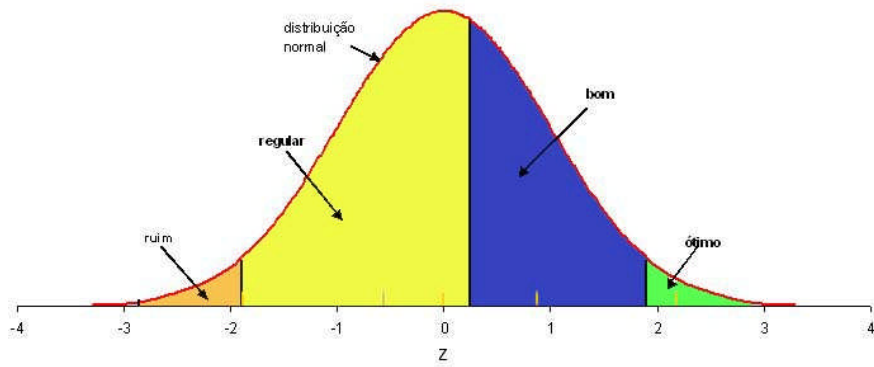


Figura 49 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 50, após manutenção e reconstrução

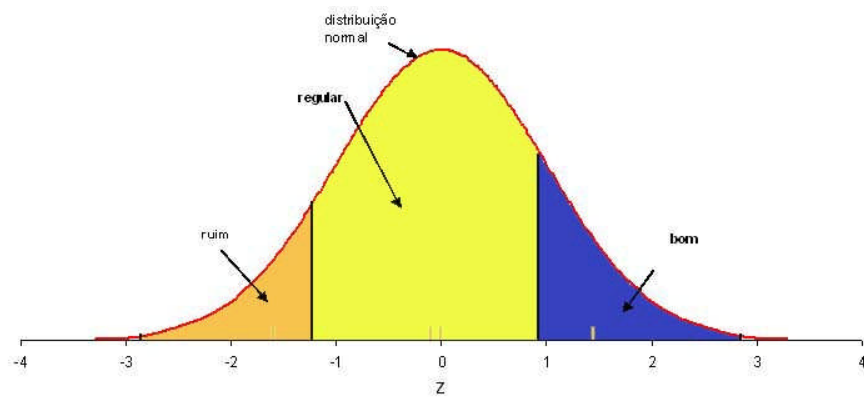


Figura 50 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 51, após manutenção e reconstrução

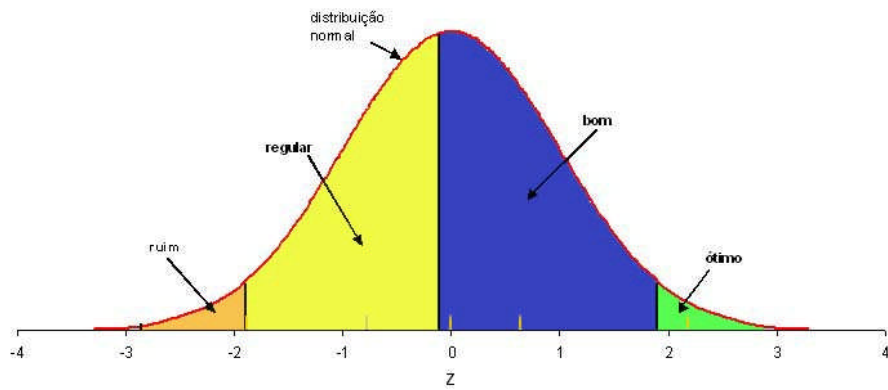


Figura 51 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 52, após manutenção e reconstrução

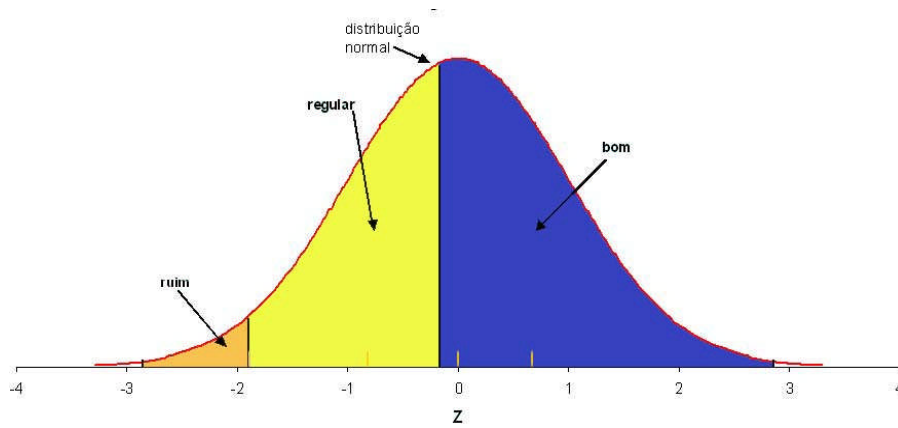


Figura 52 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 53, após manutenção e reconstrução

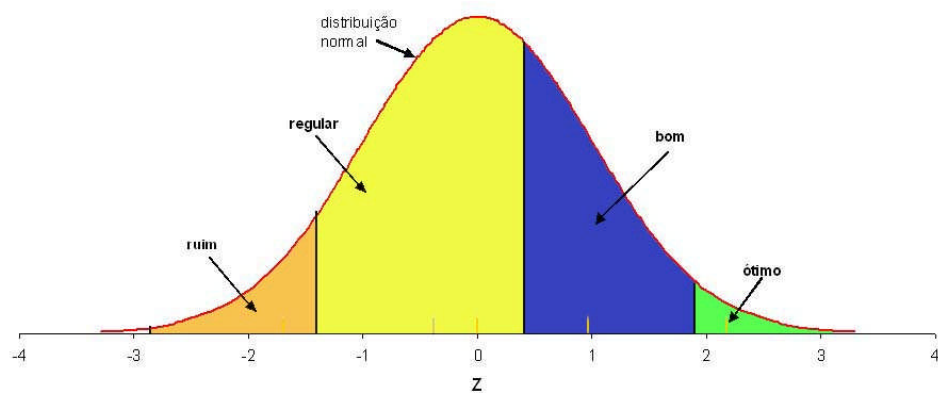


Figura 53 – Curva de distribuição normal para classificação de qualidade de viagem pelo segmento 54, após manutenção e reconstrução

As Figura 54 até à Figura 57 ilustram as escalas para classificação das ocorrências de respostas sobre qualidade nos segmentos observados.

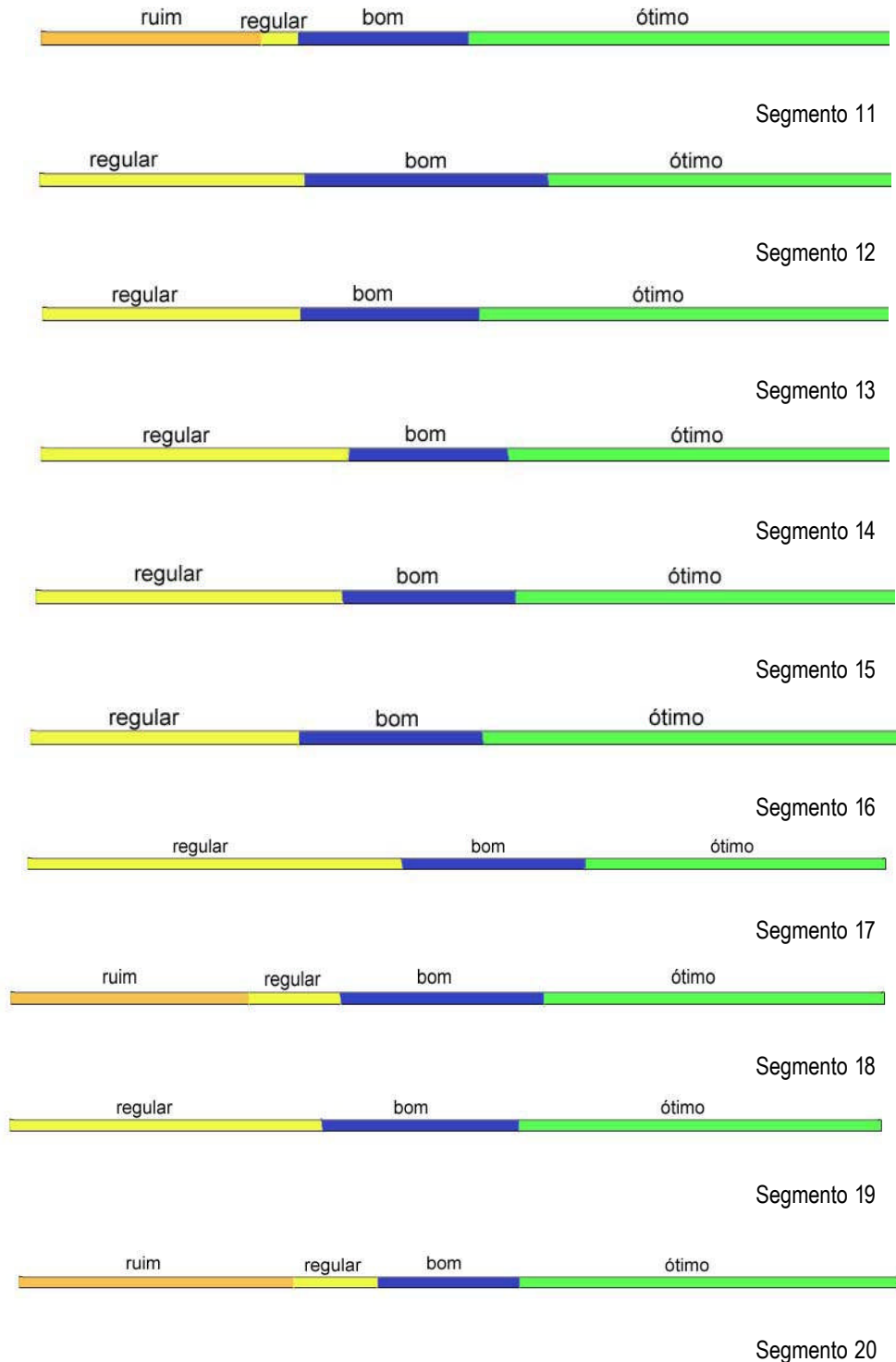


Figura 54 – Escalas para classificação de qualidade de viagem pelos segmentos 11 a 20, após manutenção e reconstrução

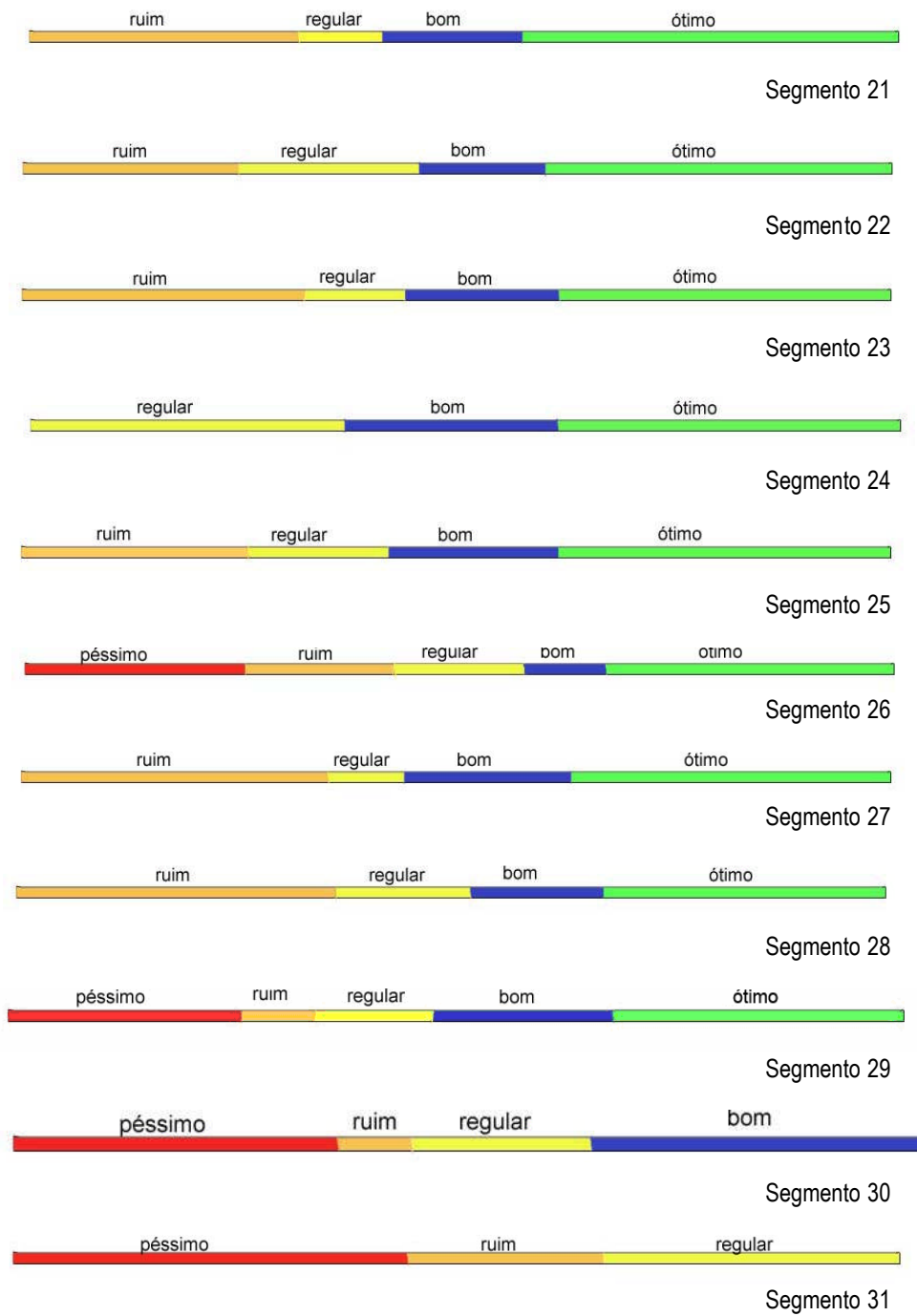


Figura 55 – Escalas para classificação de qualidade de viagem pelos segmentos 21 a 31, após manutenção e reconstrução

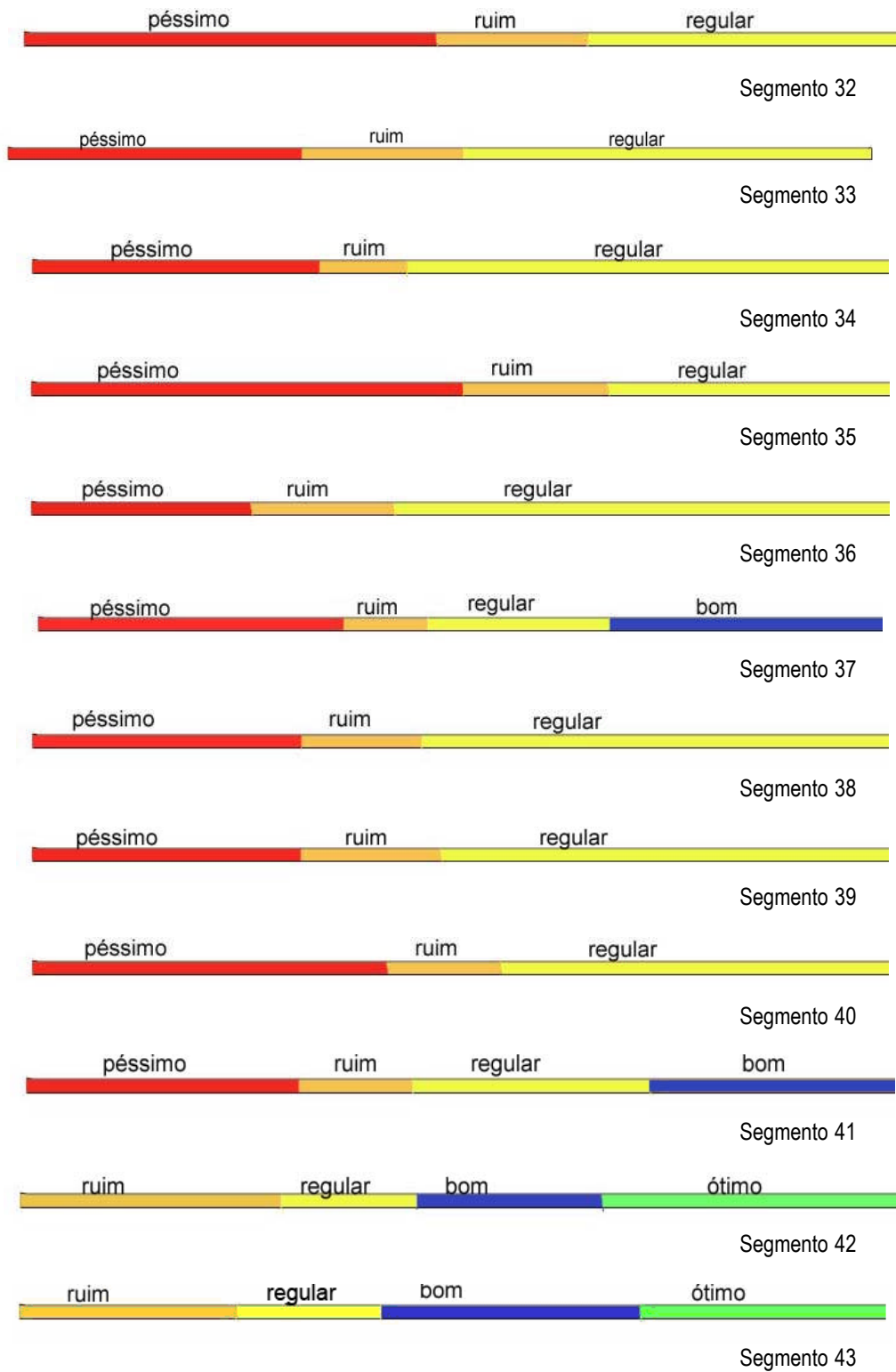


Figura 56 – Escalas para classificação de qualidade de viagem pelos segmentos 32 a 43, após manutenção e reconstrução

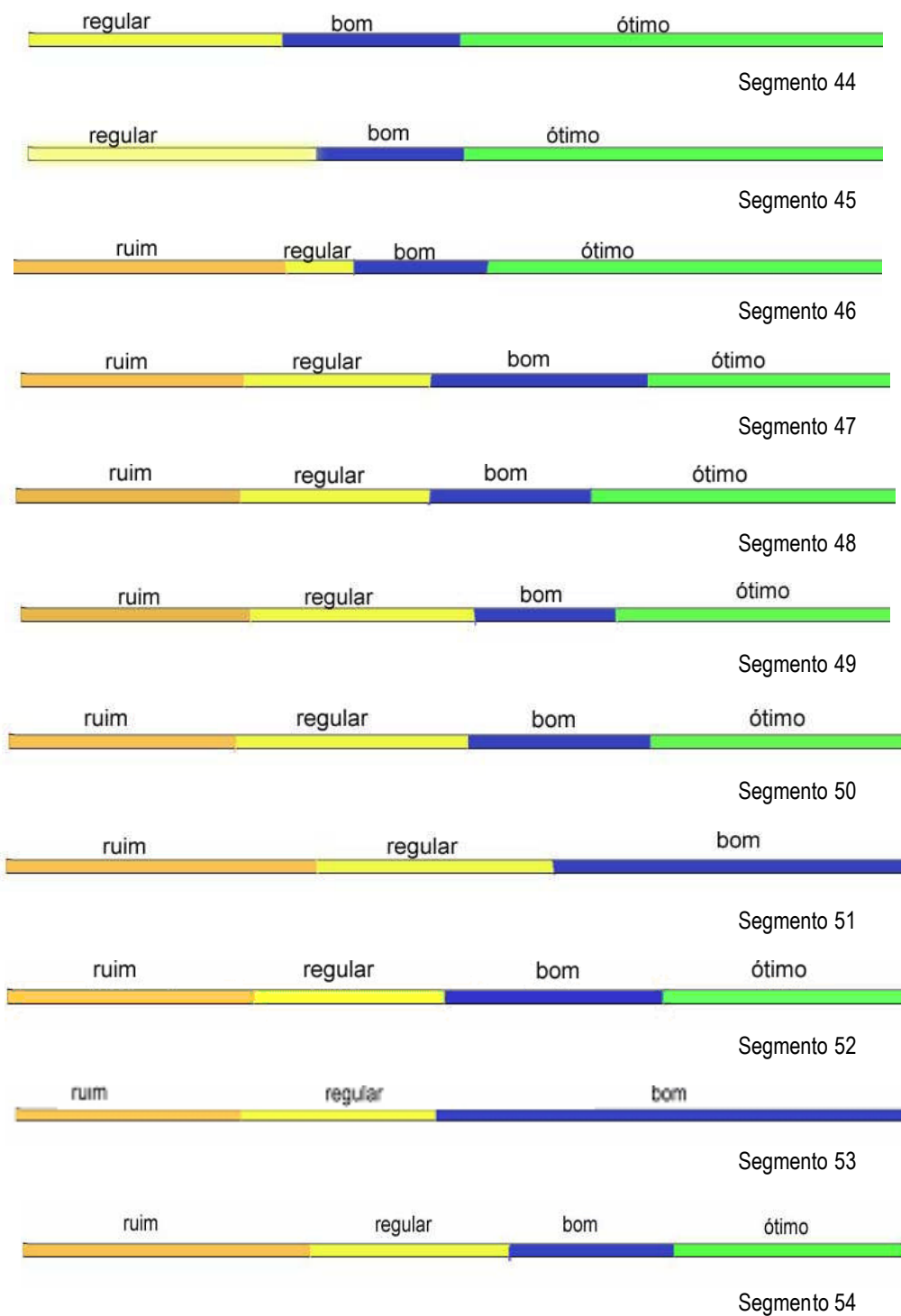


Figura 57 – Escalas para classificação de qualidade de viagem pelos segmentos 44 a 54, após manutenção e reconstrução

4.1 Diferenças entre escores z e comparação entre escalas

Neste tópico relatam-se resultados de análise sobre o comportamento de diferenças entre escores z para comparação entre escalas. Para usar os conceitos emitidos por LIKERT (1932), aqui admitidos como capazes de fornecer explicação sobre o comportamento estatístico de medidas sobre população, se pode usar o roteiro que tem origem em PADULA (1999):

- a) Estimar os parâmetros estatísticos para definição da *escala de medidas para a população*, que explique a distribuição de juízos sobre o universo observado. E, a *escala de medidas para amostra*, que explique o produto de um processo sobre uma distribuição de juízos de *população* – é um caso de observação particular sobre uma amostra;
- b) Para comparar escalas definidas nos itens anteriores, deve-se ter em mente que as variáveis analisadas são características de distribuições estatísticas de ocorrências de medidas, e explicadas pela distribuição normal de probabilidades. Casos individuais podem ser comparados verificando *diferenças entre escores z de escala que explica o conjunto de amostras (população) e o escore na escala obtida para a amostra*;
- c) A comparação entre o conjunto de intervalos é o mais adequado meio para orientar a comparação entre duas escalas – a relação de ordem pode permitir a identificação de tendências, e definição de índices que orientem a explicação dessas tendências.

Se, $n_i \geq 30$, $i = 1, \dots, p$, for o número de medidas efetuadas a partir de

juízos em p amostras sobre uma população, a amostra total terá $\sum_{i=1}^p n_i$

observações, pode-se, por exemplo, para notas classificadas como pertencentes ao intervalo entre “0” a “5”, definir um índice de comparação entre escalas de notas e usar a soma de diferenças de z, estimado com o procedimento resumido na Tabela 8.

Tabela 8 – Soma de diferenças entre “z” para comparação entre escalas, PADULA (1999)

Tipo de observação	Notas					Índice para comparação de escalas
	0 a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5	
escore z da população	$z_{p(1)}$	$z_{p(2)}$	$z_{p(3)}$	$z_{p(4)}$	$z_{p(5)}$	$\sum_{i=1}^5 (z_{p(i)} - z_{a(i)})$
escore z da amostra	$z_{a(1)}$	$z_{a(2)}$	$z_{a(3)}$	$z_{a(4)}$	$z_{a(5)}$	

Para obter alguns argumentos que levem a atingir o objetivo proposto nesta tese, escolheu-se julgar as distribuições de respostas a entrevistas sobre qualidade de viagem por rodovias. Isto pode ser efetuado através da verificação de graus de concordância entre as sensações de entrevistados (LIKERT, 1932; FELEX, 1983 e 1990), e usando-se a observação de escalas obtidas a partir de análises com conceitos sobre a distribuição normal de probabilidades.

Assim, ao adotar para controle a distribuição de ocorrências de juízos emitidos pelos avaliadores, admitir que respostas fornecidas em entrevistas agrupadas em um só conjunto fornecem uma distribuição que represente todas as respostas pelo conjunto de entrevistados, ou seja, a visão e classificação da importância de sensação que define qualidade de viagem do ponto de vista de quem usa a via faz com que medidas indiretas, obtidas analisando o grau de concordância sejam parte de um processo similar ao usado ao longo de anos na análise de qualidade de viagens em rodovias pavimentadas (detalhes podem ser obtidos em PADULA, 1999).

A Tabela 9 resume a ordem decrescente de qualidade de viagem obtida a partir da ordenação da soma de escores z. Ou seja, a ordem crescente de prioridade de intervenção em segmento para melhoria de qualidade de viagem, obtida por opinião de avaliadores, após reconstrução e manutenção, que corresponde à ordem inversa da ordem decrescente de qualidade de viagem obtida por manuseio sobre os escores.

Tabela 9 – Ordem de qualidade de viagem e necessidade de intervenção nos segmentos observados

Segmento	Ordem decrescente de qualidade de viagem	Soma de escores z
44	01	-7,174
45	02	-6,825
16	03	-6,795
13	04	-6,709
12	05	-6,480
19	06	-6,373
14	07	-6,289
11	08	-6,236
15	09	-6,209
20	10	-5,955
24	11	-5,854
18	12	-5,001
17	13	-4,972
46	14	-4,958
25	15	-4,468
21	16	-4,260
22	17	-4,061
23	18	-3,825
27	19	-3,513
48	20	-3,437
43	21	-3,429
42	22	-3,356
47	23	-2,977
52	24	-2,977
49	25	-2,926
50	26	-2,618
28	27	-2,351
53	28	-2,064
54	29	-1,963
29	30	-1,891
26	31	-0,412
51	32	-0,309
30	33	2,610
41	34	3,019
36	35	3,127
37	36	3,244
34	37	4,019
38	38	4,063
39	39	4,210
33	40	4,423
40	41	5,627
32	42	6,699
31	43	6,703
35	44	10,534

**Qualidade de
viagem
decrece**



**Necessidade
de
intervenção
decrece**



A comparação entre escalas usando os conceitos expostos em PADULA (1999), sugere, por exemplo, usar a superposição (apenas ilustrativa) de curvas de distribuição normal ilustrada na Figura 58. A *distribuição mais à esquerda ilustraria uma avaliação de qualidade de viagem para um segmento melhor do que a que ocorreu quando as entrevistas procuram respostas para um segmento de referência, ou se constituíram de todas as respostas sobre todos os segmentos observados.*

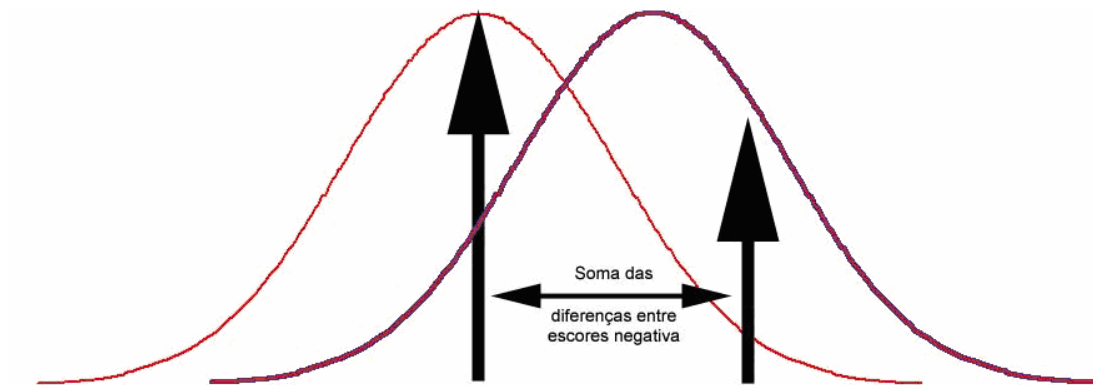


Figura 58 – Desvios à esquerda, melhor qualidade relativa de viagem do ponto de vista do observado à direita, a referência

Na prática, isso pode ser mais facilmente tratado observando as escalas obtidas a partir da curva de distribuição normal. A Figura 59 ilustra a comparação entre a escala obtida com todas as respostas sobre qualidade de viagem em todos os segmentos e a escala para o segmento 12 desvio a esquerda do leitor, melhor qualidade de viagem.

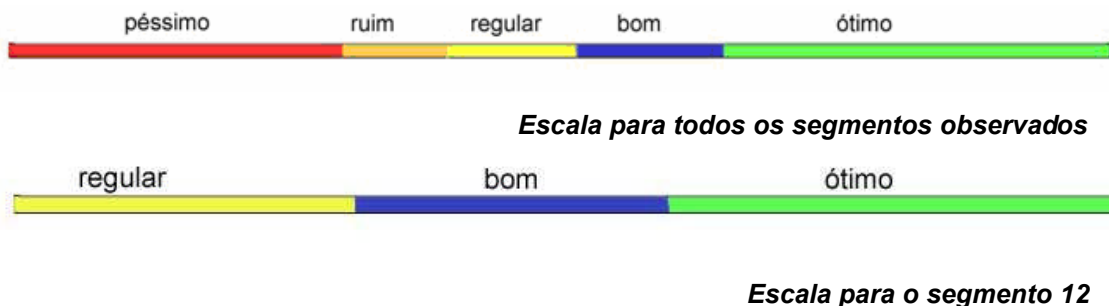


Figura 59 – Comparação entre escalas para todos os segmentos observados e para o segmento 12, desvio à esquerda do leitor, melhor qualidade relativa de viagem do ponto de vista de todas as avaliações

Analogamente, a comparação entre escalas usando os conceitos expostos em PADULA (1999), sugere, por exemplo, usar a superposição de curvas de distribuição normal ilustrada na Figura 60. A *distribuição mais à direita ilustraria uma avaliação de qualidade de viagem para um segmento pior do que a que ocorreu quando as entrevistas procuram respostas para um segmento de referência, ou se constituíram de todas as respostas sobre todos os segmentos observados.*

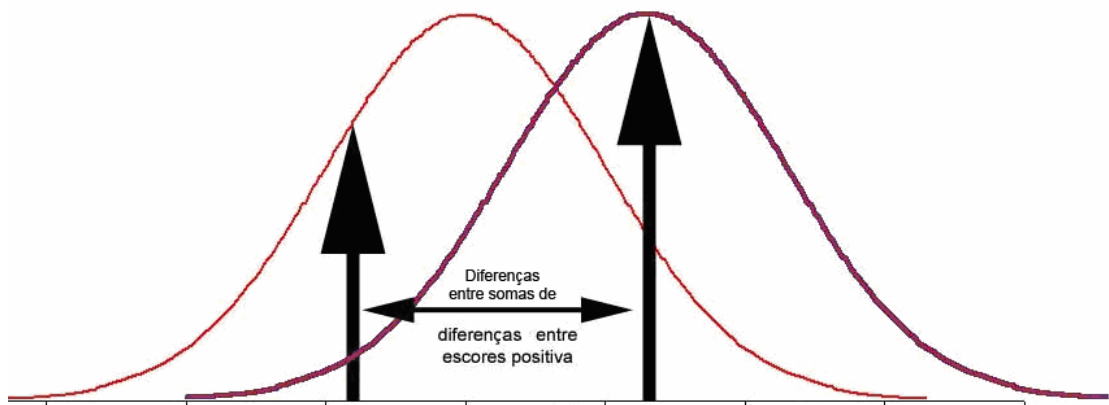


Figura 60 - Ilustração de comparação entre escalas usando os conceitos expostos em PADULA (1999), desvio à direita do leitor, pior qualidade de viagem em relação à referência (à esquerda)

Para melhor exemplificar o uso dessa maneira para visualizar e comparar escalas, a Figura 61 ilustra comparação entre a escala obtida com todas as respostas sobre todos os segmentos e escala de avaliação para o segmento 35, um desvio à direita, a pior qualidade relativa de viagem em relação ao conjunto de segmentos.



Figura 61 – Comparação entre escalas para todos os segmentos observados e o segmento 35, desvio à direita do leitor, pior qualidade de viagem do ponto de vista dos avaliadores

E, para complementar o que se tenta ilustrar, a Figura 62 coloca, lado a lado, ilustração dos segmentos 12 e 35, e a Figura 63 junta as escalas para estes dois segmentos.



Segmento 12

Segmento 35

Figura 62 – Ilustração dos segmentos 12 e 35

Na prática, visualiza-se a posição relativa de segmentos quanto a qualidade de viagens também ao verificar escalas obtidas a partir da curva de distribuição normal. A Figura 63 ilustra a comparação entre a escala obtida para o segmento 12 e a escala para o segmento 35, desvio a direita do leitor em relação ao 12, ou pior qualidade de viagem associada ao segmento 35.



Figura 63 – Escalas para comparar qualidade de viagem entre segmentos 12 e 35, depois de reconstrução e manutenção

Agora, se a questão formulada fosse comparar opiniões de motoristas e passageiros sobre qualidade de viagem em duas épocas diferentes, antes ou depois de reconstrução e manutenção, poder-se-ia lançar mão de resultados de experimento publicado em PADULA (1999), página 63. A escala exposta na Figura 3.

Na prática, figuras do tipo da Figura 64 podem fornecer um tipo de orientação para decisões sobre a inferência na qualidade de viagem nos 72 quilômetros de vias analisados. Em síntese, na Figura 64 visualiza-se, que após reconstrução e manutenção, o deslocamento à esquerda da escala para todas as avaliações indica *melhor qualidade de viagem decorrente das obras que então se executou*.

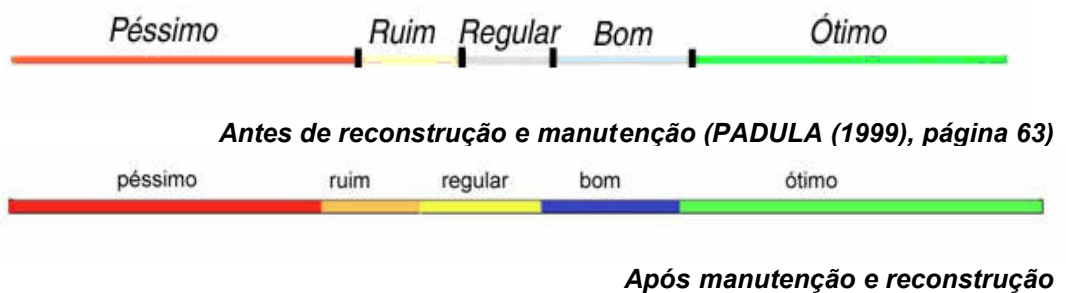


Figura 64 – Comparação entre escalas de qualidade de viagem dos 72km de vias analisados, antes e depois de reconstrução e manutenção, desvio à esquerda, melhor qualidade de viagem

Os procedimentos que aqui se expuseram podem ser usados exhaustivamente para comparar escalas com diversas finalidades e busca de orientações para decisões de interferências nas rodovias. Destacam-se as escolhas de prioridades para intervenções (Figura 59, Figura 60, Figura 61), e a análise de conseqüências de obras, ou outras ações, sobre a via e sua operação (Figura 64). Este fato fez atingir o objetivo do trabalho proposto – mostrou a tese proposta.

5 Análise de regressão para estudos sobre qualidade de viagem em rodovias

Além de processos da estatística descritiva (médias, desvios padrão, etc.) há muitos outros que podem ser usados para estudar relações entre as notas obtidas por classificação de opiniões emitidas por indivíduos e medidas sobre características físicas de segmentos de rodovias.

Por exemplo, outro processo para definição de escalas é a *análise de regressão* - o estudo de comportamento de expressão numérica para exprimir relações entre medidas ou contagens. Análise de regressão é útil para verificar duas questões básicas:

- a) A própria existência de relações entre as medidas ou contagens sobre variáveis físicas de componentes de rodovias com a distribuição de notas à viagem por segmentos de vias;
- b) A análise sobre 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. Para processamento de dados, e estimativa de parâmetros para explicações estatísticas e controle de usos desta técnica estatística, pode-se recorrer, por exemplo, ao programa para computador STATISTICA, STATSOFT (1995). Essa técnica foi usada em VASCONCELOS (2000), FREITAS (2000) e DARONCHO (2001) para mostrar que medidas sobre o estado de características da geometria, elementos da seção transversal, drenagem e características de superfície podem explicar a qualidade de viagens e estimar notas para segmentos de rodovias.

Dentre outras aplicações da análise de regressão destacam-se:

FREITAS (2000) relata que resultados de análise de regressão permitiram estimar a média de notas atribuídas por quem viaja pelos segmentos observados antes da manutenção e reconstrução usando a expressão:

$$Y_1 = 2,17 + 0,375 X_1 - 0,013 X_2 - 0,037 X_3 + 0,105 X_4 + 0,395 X_5 - 0,188 X_6 + \\ - 0,086 X_7 - 0,063 X_8 - 0,336 X_9 + 0,136 X_{10} - 0,156 X_{11} + 0,024 X_{12}$$

Onde: Y_1 = Estimativa de notas de avaliadores, X_1 = Largura do acostamento esquerdo, X_2 = Declividade da lateral direita, X_3 = Declividade do acostamento direito, X_4 = Tipo revestimento da drenagem, X_5 = Qualidade conservação da drenagem, X_6 = Existência de acúmulo de água, X_7 = Declividade da faixa de tráfego direita, X_8 = Declividade acostamento esquerdo, X_9 = Existência equipamento para drenar, X_{10} = Largura do acostamento direito, X_{11} = Capacidade equipamentos para drenar, X_{12} = Largura da lateral direita

VASCONCELOS (2000) relata que resultados de análise de regressão permitiram estimar a média de notas atribuídas por quem viaja pelos segmentos observados antes da manutenção e reconstrução usando a expressão:

$$Nota = 0,586 + 0,036X_1 + 0,052X_2 - 0,130X_3 - 0,002X_4 - 0,001X_5 - 0,018X_6 + \\ + 0,013X_7 - 0,01X_8$$

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 (%).

DARONCHO (2001) relata que resultados de análise de regressão permitiram estimar a média de notas atribuídas por quem viaja pelos segmentos observados antes da manutenção e reconstrução usando a expressão:

$$Y = 3,51144 - 0,00079X_1 - 0,00058X_2 - 0,00071X_3 - 0,00073X_4 + 0,0473X_5$$

Onde: Y = Média das notas atribuídas pelos avaliadores, X_1 = Remendo com severidade média, X_2 = Desgaste com severidade média, X_3 = Remendo com severidade alta, X_4 = Trinca de fadiga com severidade média, X_5 = Degrau no acostamento.

Ressaltando que as características físicas do estado de componentes dos segmentos observados podem ser medidas direto em campo, e a qualidade de viagem pode ser agora levantada por opiniões de outros avaliadores, e usando os processos relatados nos documentos resumidos na Tabela 2 e métodos específicos publicados em FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000) e DARONCHO (2001). A estatística descritiva e a análise de regressão mostraram-se eficientes para processar expressões sobre relações numéricas e lógicas entre as notas obtidas das opiniões de observadores e medidas sobre variáveis que caracterizem o estado físico de componentes de rodovias em PADULA (1999), FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000) e DARONCHO (2001).

5.1 O teste sobre a análise de regressão para estudos sobre os 72km de rodovia após a reconstrução e manutenção

Depois de conhecer e discutir conceitos, métodos e processos contidos em FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000) e DARONCHO (2001), assim como referências suplementares testou-se mais uma vez a técnica de análise de regressão que estes autores usaram.

Levantaram-se novos dados físicos, para verificar uma parcela das modificações que ações para manutenção e reconstrução provocaram em segmentos sorteados dos 72km de rodovias observados. As características físicas do estado de componentes dos segmentos observados puderam ser medidas direto em campo, e a nova distribuição de notas sobre a qualidade de viagem pode ser agora levantada por opiniões de avaliadores, usando os processos relatados nos documentos resumidos na Tabela 2 e métodos específicos publicados em FREITAS (2000), VASCONCELOS (2000) e DARONCHO (2001).

Adotou-se para o teste o que se expôs em FREITAS (2000), cujo trabalho relatou e discutiu resultados obtidos em ações de uma tentativa para mostrar que o formato da seção transversal de rodovias (Figura 4) pode ser usado para explicar uma parcela do comportamento de pavimentos e qualidade de viagens em estradas vicinais. Incluiu-se o uso de medidas sobre variáveis para explicação de estado de equipamentos para drenar água da vias, usando-se classificações através de opiniões de técnicos.

Tabela 10 – Variáveis características de medidas sobre equipamentos para drenar e propriedades da seção transversal de rodovia na análise de regressão

Tipo de variável	Variável
Propriedades dos equipamentos para drenar	Existência de equipamentos específicos
	Estado de conservação
	Estado do revestimento
	Limpeza de equipamento
	Capacidade
	Existência de acúmulo de água
	Existência de obstáculos
	Erosão
	Saídas
	Presença de vegetação
Declividades na seção transversal	Declividades
	Lateral esquerda
	Acostamento esquerdo
	Faixa de tráfego esquerda
	Faixa de tráfego direita
	Acostamento direito
Larguras na seção transversal	Lateral direita
	Lateral esquerda
	Acostamento esquerdo
	Faixa de tráfego esquerda
	Faixa de tráfego direita
	Acostamento direito
Lateral direita	

A Tabela 10, de FREITAS (2000), é uma lista das variáveis para medidas sobre equipamentos para drenar e declividades da seção transversal de rodovia que participaram dos estudos sobre a existência de relações com a

qualidade de viagem, do ponto de vista de usuários dos segmentos de rodovia estudados, usando a análise de regressão.

O estado de elementos para drenar é a capacidade desse componente da via provocar defeitos ao pavimento. Isso torna necessário a identificação e obtenção de critérios para classificar elementos para drenagem de seção transversal de rodovia. WALKER & SCHERER (1987) sugerem notas comparativas para o risco que a passagem de água pelo elemento da seção transversal represente para a deterioração de pavimentos.

A distribuição dessas notas pode ser útil para tentativas de explicação estatística de relações entre notas fornecidas por avaliadores à viagem pelos segmentos de via observados. A Tabela 11 resume a classificação proposta por WALKER & SCHERER (1987).

**Tabela 11 – Classificação do estado de elementos para drenar
(WALKER & SCHERER, 1987)**

Classificação	Fatores de avaliação
Bom	Drenagem adequada com os componentes de seção transversal. Não evidencia alagamentos, erosão, ou formação de poças e funcionamento sem restrição. Não há acúmulo de sedimentos nos componentes de drenagem. Requer-se apenas manutenção periódica.
Regular	A capacidade dos elementos está abaixo do recomendado, e se requer manutenção.
Ruim	Evidencia inundação, presença de erosão na superfície do pavimento, com formação de poças de água nas laterais da rodovia. Também há efeitos na estrutura dos dispositivos de drenagem condições ruins de funcionamento, presença de vegetação e requer-se manutenção.

FREITAS (2000) propôs e relata o teste sobre o uso dos fatores de avaliação e critérios expostos na Tabela 11. Isto levou à escolha das variáveis conforme exposto na Tabela 12. E, aos critérios para atribuir notas ao estado de equipamentos para drenar resumidos na Tabela 13.

Tabela 12 - Variáveis para estudos sobre o estado de equipamentos para drenagem. Fonte: FREITAS (2000)

Variável de caracterização do estado de equipamento para drenar	Breve descrição
<i>Existem?</i>	A existência de canais revestidos e delimitados na seção transversal da via
Estado de <i>conservação</i> dos canais	A existência e qualidade de operações de manutenção nos canais para drenagem e componentes da seção transversal conduzam água
Estado e tipo do <i>revestimento</i>	Existência, tipo e estado de revestimento em canais para drenagem diferente de solo natural.
<i>Limpeza</i> dos canais	Ausência de obstáculos tais como sujeira, solo depositado, e similares
<i>Capacidade</i> dos canais	A aparente capacidade de canais em conduzir o volume de água que os solicite. Observada visualmente.
<i>Acúmulo de água</i> na via	Existência de poças de água na via, após chuva nos segmentos observados.
Existência de <i>obstáculos</i> nos canais	Barragens físicas presentes nos canais para drenar.
Existência de <i>erosão</i>	A presença de erosão nos canais ou elementos da seção transversal que conduziam água.
Compatibilidade das <i>saídas</i> de água	A qualidade da saída para água da seção transversal.
Presença de <i>vegetação</i> nos canais	A existência de vegetação crescendo no fundo de canais para drenar.
Compatibilidade da <i>declividade</i> de canais	A aparente coerência entre o tipo de canais e suas declividades longitudinais.

Tabela 13 - Critérios para atribuição de notas a estado de equipamentos para drenar

Variável	Conceito		
	3	2	1
Existem equipamentos para drenar?	Sim	Médio	Não
Estado de conservação de canais	Bom	Médio	Ruim
Revestimento de canais	Bom	Médio	Ruim
Limpeza de canais	Boa	Média	Ruim
Capacidade de canais	Adequada	Com restrição	Pequena
Acúmulo de água	Não	Pouco	Muito
Obstáculos	Nenhum	Poucos	Muitos
Presença de erosão	Nenhuma	Pouca	Muita
Saídas	Boas	Com restrição	Ruins
Presença de vegetação	Nenhuma	Pouca	Muita
Declividades	Adequadas	Com restrição	Ruins

Dez técnicos, quatro da Escola de Engenharia de São Carlos, dois de cada órgãos, Prefeituras de Nova Europa e Gavião Peixoto ou Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo foram treinados e

conduziram a avaliação de equipamentos para drenar dos segmentos sob análise. As Tabela 14 e Tabela 15 resumem as médias das avaliações.

Tabela 14 – Avaliação de equipamentos para drenar após reconstrução e manutenção (parte 1)

Segmento	Existem equipamentos para drenar?	Estado de conservação	Revestimento	Limpeza de equipamentos	Capacidade
11	3	3	3	3	3
12	2	3	3	3	3
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	2	2	3	1	2
16	2	2	3	2	2
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	2
21	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
23	2	3	3	2	3
24	2	3	3	2	2
25	1	1	1	1	3
26	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	2
29	2	2	3	3	3
30	2	2	2	2	2
31	1	1	1	1	1
32	2	1	1	2	2
33	1	1	1	2	2
34	2	1	1	2	2
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	2
41	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1
44	1	1	1	2	2
45	1	1	1	2	2
46	3	3	3	3	3
47	1	1	1	1	2
48	1	1	1	1	2
49	1	1	1	1	2
50	1	1	1	1	2
51	1	1	1	1	2
52	1	1	1	2	2
53	1	1	1	1	2
54	3	3	3	3	3

Tabela 15 – Avaliação de equipamentos para drenar após reconstrução e manutenção (parte 2)

Segmento	Acúmulo de água	Obstáculos	Presença de erosão	Saídas	Presença de vegetação	Declividades
11	3	3	2	2	3	3
12	3	2	2	2	2	3
13	2	3	2	2	2	2
14	2	2	2	2	1	2
15	3	2	2	2	1	3
16	3	2	3	3	1	3
17	3	2	3	2	1	3
18	3	2	3	2	2	3
19	3	3	2	3	2	3
20	3	2	3	2	2	3
21	3	3	2	2	2	3
22	3	2	2	2	2	3
23	3	2	2	2	2	3
24	3	3	2	2	2	3
25	3	2	2	2	2	3
26	3	3	2	2	2	3
27	3	3	3	2	2	3
28	3	3	3	2	2	3
29	3	3	3	3	2	3
30	3	3	3	2	2	3
31	3	3	3	2	2	3
32	3	3	3	2	2	3
33	3	3	3	2	2	3
34	3	3	3	2	2	3
35	3	3	3	2	2	2
36	3	3	3	2	2	2
37	3	3	3	2	2	2
38	3	3	3	2	2	2
39	3	3	2	2	2	2
40	3	3	3	2	2	2
41	3	3	2	2	2	2
42	3	3	2	3	2	3
43	3	3	2	3	2	3
44	3	3	3	3	3	3
45	3	3	3	3	2	3
46	3	3	3	3	3	3
47	3	3	2	2	2	2
48	3	3	2	2	2	2
49	3	3	3	2	2	3
50	3	3	3	2	2	3
51	3	3	3	2	2	2
52	3	3	3	2	2	2
53	3	3	3	2	2	2
54	3	3	3	3	3	3

A Tabela 16 resume os dados sobre a média de declividades dos componentes da seção transversal, e a Tabela 17 a média de larguras destes elementos da rodovia.

Tabela 16 – Médias de declividades nos segmentos observados (%)
(convenção: sinal positivo, elemento para cima do plano horizontal)

Segmento	Lateral esquerda	Acostamento esquerdo	Faixa para tráfego esquerda	Faixa para tráfego direita	Acostamento direito	Lateral direita
11	39,333	5,917	1,667	1,500	4,750	17,333
12	24,000	4,750	3,167	2,000	4,667	20,167
13	-9,333	3,833	2,750	1,833	-4,667	-5,833
14	4,333	5,500	3,000	3,417	3,917	21,000
15	15,000	4,917	1,737	2,750	4,583	29,333
16	-5,000	3,917	1,324	1,000	3,167	-0,833
17	-1,833	5,250	3,000	1,250	4,083	11,667
18	-4,667	4,917	3,750	3,167	3,167	0,667
19	-7,333	3,750	0,516	2,833	5,250	-9,167
20	-5,333	4,917	2,833	2,250	2,583	-8,500
21	-8,167	6,250	3,083	1,667	3,333	-0,500
22	-9,333	4,417	3,583	3,000	4,417	-12,333
23	-6,000	4,917	1,699	3,208	5,250	-3,167
24	-8,833	3,833	2,417	5,158	6,083	-6,667
25	-0,667	2,583	2,794	2,167	5,167	3,333
26	-4,333	3,583	2,275	-0,153	2,500	-0,833
27	4,167	4,000	2,611	1,981	3,667	-2,500
28	-7,833	3,417	1,951	1,833	4,750	-7,500
29	-8,500	5,167	4,417	2,583	2,583	-4,167
30	0,000	-5,333	5,000	2,000	1,667	0,000
31	16,333	4,667	2,767	1,933	3,100	-0,333
32	-15,167	2,917	1,967	0,667	4,833	-8,667
33	-14,833	8,333	-1,833	1,583	6,500	0,667
34	4,701	-9,417	-0,932	1,167	9,250	-4,410
35	-3,283	0,500	5,167	-1,500	4,833	0,000
36	0,000	10,167	3,833	-3,250	6,333	0,000
37	-12,140	5,233	2,833	1,500	11,833	-5,500
38	5,000	7,167	1,333	1,000	6,500	-9,224
39	14,570	10,383	1,167	-0,333	18,333	-11,367
40	16,000	11,667	1,750	3,500	15,917	-11,547
41	-11,167	-0,833	0,750	0,500	7,500	-15,667
42	-24,679	3,500	1,000	2,333	4,833	-9,534
43	4,833	1,167	-0,667	3,000	6,167	-5,833
44	20,075	3,000	0,833	1,333	4,500	-4,490
45	4,811	7,167	-0,167	2,667	6,333	19,858
46	44,327	2,833	0,824	2,000	5,667	19,000
47	-26,005	5,333	2,167	0,817	1,333	18,022
48	3,522	10,167	0,917	0,250	6,667	4,735
49	22,361	1,500	-1,333	1,833	4,333	8,204
50	-12,850	7,333	1,750	0,750	0,667	-9,043
51	-8,500	7,833	0,167	1,833	4,083	-11,667
52	7,387	2,500	3,667	-2,917	2,000	-1,333
53	-12,272	0,667	1,583	2,667	3,500	-7,735
54	6,833	0,583	-1,667	3,333	4,833	1,667

Tabela 17 – Médias de larguras dos componentes da seção transversal nos segmentos observados (m)

Segmento	Lateral esquerda	Acostamento esquerdo	Faixa para tráfego esquerda	Faixa para tráfego direita	Acostamento direito	Lateral direita
11	1,940	1,500	3,790	4,790	2,305	3,515
12	2,950	1,625	3,525	3,500	2,280	5,035
13	4,845	2,345	3,650	3,515	1,715	4,790
14	3,690	2,280	3,500	3,365	2,430	4,445
15	2,750	2,240	5,305	3,630	2,150	4,000
16	4,135	2,150	5,250	3,570	2,350	1,970
17	4,560	2,150	3,625	3,525	2,230	4,245
18	4,540	2,160	3,635	3,555	2,145	4,355
19	4,420	2,200	8,600	3,570	2,260	3,845
20	4,645	2,180	3,595	3,550	2,370	5,440
21	5,000	1,075	3,605	3,555	2,255	3,710
22	5,695	1,000	3,545	3,620	2,185	4,610
23	2,815	1,070	7,140	7,140	2,545	3,170
24	1,440	2,070	3,665	6,990	2,450	1,490
25	1,605	2,095	6,735	3,380	1,175	4,430
26	4,040	2,195	5,265	5,170	2,665	4,590
27	3,495	2,130	5,325	5,315	2,240	2,925
28	3,690	2,150	6,900	3,580	2,300	3,150
29	3,545	2,095	3,585	3,595	2,210	2,985
30	3,675	2,335	3,540	3,575	2,255	2,405
31	4,300	1,950	3,565	3,440	2,155	4,045
32	3,225	2,100	3,800	4,065	1,790	5,130
33	1,885	1,170	3,570	3,450	2,100	3,145
34	1,710	1,735	7,120	4,520	2,000	9,600
35	2,150	1,075	3,365	3,215	2,065	0,580
36	2,150	1,325	3,520	3,250	1,890	0,480
37	1,850	1,950	3,620	3,370	2,260	0,500
38	1,750	1,600	3,500	3,280	2,240	0,500
39	3,405	1,765	3,335	3,375	2,390	1,500
40	4,245	1,875	3,445	3,480	2,000	1,870
41	1,505	1,500	3,070	3,415	2,000	2,000
42	2,240	1,250	3,235	3,350	2,080	1,250
43	2,280	2,000	3,590	3,335	2,000	2,165
44	1,110	1,470	3,565	3,395	2,000	0,575
45	5,425	2,550	3,450	3,500	2,435	2,700
46	3,225	1,875	7,020	3,500	2,845	0,000
47	1,250	1,450	3,420	3,470	2,060	0,600
48	2,250	1,500	3,455	3,375	2,050	5,975
49	4,000	2,430	3,440	3,385	2,635	5,300
50	5,785	1,945	3,335	3,295	1,875	2,350
51	3,750	1,750	3,340	3,230	1,750	3,790
52	9,225	1,930	3,220	3,250	1,750	6,160
53	10,825	1,950	3,200	3,265	2,000	5,575
54	3,250	0,000	3,290	3,330	2,000	4,900

Admitindo-se que a média das notas emitidas pelos avaliadores represente a classificação da qualidade de viagens nos segmentos observados, submetemos as opiniões de usuários, Tabela 4, à análise de regressão linear polinomial, passo a passo, usando o programa para computador STATISTICA (STATSOFT, 1995). As variáveis independentes e dados usados constam nas Tabela 14, Tabela 15, Tabela 16 e Tabela 17.

A Tabela 18 resume os principais dados para controle da função de regressão linear múltipla obtida para estimativa das notas atribuídas pelos avaliadores aos segmentos observados.

Tabela 18 - Dados para controle da função de regressão linear múltipla para estimativa das notas atribuídas pelos avaliadores aos segmentos observados

Estatísticas	Interpretação
R= 0,861 R ² = 0,742 R ² ajustado= 0,642	R(44)= 0,382 [CHASE & BOWN, página A-22] Logo, R ² ajustado= 0,642 > R(44)= 0,382, e, há dependência entre as médias das notas fornecidas pelos avaliadores e o conjunto de variáveis usados para análise de regressão.
F(12,31) _{estimado} = 7,852	F(12,31)= 1,98 [DRAPER & SMITH (1981), página 533]. Logo, F(12,31) _{estimado} = 7,852 > F(12,31)= 1,98 com 10% de confiança, e é de se supor que existam as relações lineares entre as médias das notas fornecidas pelos avaliadores e o conjunto de variáveis cujas medidas forneceram os coeficientes para a função de estimativa obtida por análise de regressão “passo a passo”.

A Tabela 19 é um resumo dos nomes das variáveis cujas medidas participam das estimativas, dos coeficientes obtidos por análise de regressão e das estatísticas para controle de qualidade dos coeficientes da função para estimativa das notas atribuídas pelos avaliadores.

Tabela 19 - Variáveis cujas medidas participam das estimativas, dos coeficientes obtidos por análise de regressão e das estatísticas para controle de qualidade dos coeficientes da função para estimativa das notas atribuídas pelos avaliadores.

Variável	Coefficiente	t(24) _{estimado}	Qualidade do coeficiente [t(31)=2,104, DRAPER & SMITH (1981), página 532]
Intercepto	3,327	3,18900	
Existência de obstáculos na drenagem	-0,922	-3,93953	Significantes
Estado de saídas de água	0,700	3,47579	
Declividade do acostamento direito	-0,060	-2,27249	
Presença de erosão	-0,546	-3,32791	
Declividade da lateral esquerda	-0,002	-0,31230	Não significantes
Largura acostamento esquerdo	0,409	2,45758	
Presença de vegetação no equipamento de drenagem	0,655	2,26771	Significantes
Largura da lateral esquerda	0,094	2,17270	
Largura da lateral direito	0,013	1,36832	
Largura da faixa de tráfego esquerda	-0,069	-1,36475	Não significantes
Largura do acostamento direito	0,0308	1,49348	
Largura da faixa de tráfego direita	0,113	1,2213	

Tabela 20 – Notação de variáveis para a função de estimativa de notas para viagem pelos segmentos

Variável	Notação
Notas atribuídas pelos avaliadores	Y_1 ou Y_2
Intercepto	B
Existência de obstáculos na drenagem	X_1
Estado de saídas de água	X_2
Declividade do acostamento direito	X_3
Presença de erosão	X_4
Declividade da lateral esquerda	X_5
Largura acostamento esquerdo	X_6
Presença de vegetação no equipamento de drenagem	X_7
Largura da lateral esquerda	X_8
Largura da lateral direito	X_9
Largura da faixa de tráfego esquerda	X_{10}
Largura do acostamento direito	X_{11}
Largura da faixa de tráfego direita	X_{12}

Se adotarmos a notação exposta na Tabela 20, a função de estimativa das notas atribuídas pelos avaliadores, obtida usando os dados contidos nas Tabelas 14 até a Tabela 17, após reconstrução e manutenção dos 72 quilômetros de rodovias vias observadas, poderá ser escrita conforme se segue:

$$\begin{aligned} \text{Nota}_{\text{depois}} = & 3,327 - 0,922X_1 + 0,7X_2 - 0,06X_3 - 0,546X_4 - 0,002X_5 + \\ & 0,409X_6 + 0,655X_7 + 0,094X_8 + 0,013X_9 - 0,069X_{10} + \\ & 0,0308X_{11} + 0,113X_{12} \end{aligned}$$

Ou, se adotarmos apenas as variáveis cujos coeficientes são significantes:

$$\begin{aligned} \text{Nota}_{\text{depois}} = & 3,327 - 0,922X_1 + 0,7X_2 - 0,06X_3 - 0,546X_4 - 0,409X_6 + \\ & 0,655X_7 + 0,094X_8 \end{aligned}$$

Ou seja, o uso da análise de regressão “passo a passo” para estudo de relações numéricas lineares entre notas atribuídas por avaliadores à qualidade de viagem pelos segmentos observados permitiu, após reconstrução e manutenção das vias:

- a) Verificar que há dependência linear entre as medidas desse conjunto de variáveis porque o coeficiente de correlação linear é significativo estatisticamente (ver Tabela 18);
- b) Existem relações lineares (regressão) entre as médias das notas fornecidas pelos avaliadores e medidas sobre variáveis que caracterizem a seção transversal (larguras e declividades) e qualidade dos equipamentos para drenar de vias;
- c) Das vinte e três variáveis observadas, sete (ver Tabela 19) participariam das estimativas de explicações das notas fornecidas pelos avaliadores porque foram aceitas na função de estimativas.

Admitindo que todas as variáveis observadas participem da função de estimativa, poder-se-ia comparar os coeficientes de regressão das funções de estimativa, depois e antes da manutenção e reconstrução dos segmentos observados. A Tabela 21 resume tal comparação e sugestões para interpretar a percepção da qualidade de viagem pelos que usam a via decorrente.

Tabela 21 – Variação de coeficientes de regressão e orientação decorrente para as conseqüências de manutenção e reconstrução dos 72km de via observados

Variável	Antes de reconstruir e manter	Depois de reconstruir e manter	Variação no coeficiente	Possível orientação decorrente, os usuários:
Intercepto	2,170	3,327	Cresceu	Sentem menos a interferência de componentes da via
Existência de obstáculos na drenagem	0,375	-0,922	Decresceu	Observam menos os equipamentos para drenar
Pesença de vegetação no equipamento de drenagem	-0,086	0,655	Cresceu	Passaram à observar mais o escoamento de água
Estado de saídas de água	-0,013	0,7	Cresceu	
Declividade do acostamento direito	-0,037	-0,06	Decresceu	Observam menos os equipamentos para drenar
Presença de erosão	0,105	-0,546	Decresceu	
Declividade da lateral esquerda	0,395	-0,002	Decresceu	
Largura acostamento esquerdo	-0,188	0,409	Cresceu	Sentem-se mais seguros
Largura da lateral direito	-0,063	0,094	Cresceu	
Largura da lateral direito	-0,336	0,013	Cresceu	
Largura da faixa de tráfego esquerda	0,136	-0,069	Decresceu	Sentem menos a ação de outros veículos
Largura do acostamento direito	-0,156	0,0308	Cresceu	
Largura da faixa de tráfego direita	0,024	0,113	Cresceu	

6 Conclusões

As opiniões de usuários podem ser usadas para obter relações entre a qualidade de viagem e o estado de rodovias e seus componentes quando transformadas em “notas”, ou numerais ordenados e associados a avaliações da viagem por quem usa a via. A utilidade desse fato é facilitar a orientação de raciocínios que exijam decisões sobre qual a classificação de necessidade de interferências para manter e reconstruir vias.

E, nesse sentido o uso de escalas de classificação (ou psicométricas) obtidas por manuseio sobre distribuições de notas emitidas por avaliadores treinados mostrou, mais uma vez, o papel de facilitar a identificação de posições relativas entre segmentos (ou vias) avaliados quanto à qualidade de viagem por observadores treinados. As opiniões emitidas pelos avaliadores representam a classificação das sensações e percepções que os que por ali viajam teriam. Isto foi aqui mostrado usando um estudo de caso, 72 quilômetros de rodovias próximas a Araraquara, estado de São Paulo, Brasil – segmentos mantidos e reconstruídos em datas relativamente recentes, e onde já existiam levantamentos anteriores estudados por outros pesquisadores, fato raro para as rodovias do Brasil.

A distribuição normal e manuseio de seus parâmetros, como foram aqui expostos e mostrados, podem ser usados para comparar escalas de classificação de qualidade de viagem e atender objetivos associados a diversas finalidades e busca de orientações para decisões de interferências nas rodovias. Destacam-se as escolhas de prioridades para intervenções, e a análise de conseqüências de obras, ou outras ações, sobre a via e sua operação. Mas, há a ressaltar que escalas podem facilitar comparações

entre qualidades de viagem por segmentos distintos, segmentos e o conjunto de segmentos em dado conjunto de vias, rodovias distintas em uma rede, etc.

A análise de regressão pode ser um processo eficiente para analisar relações entre medidas ou classificações sobre variáveis físicas como larguras, estado, defeitos, etc. Em particular há comentar que os procedimentos usuais para avaliação de pavimentos podem ser uma base para os processos de levantamento de dados sobre os componentes de rodovias. Mas, muitas vezes são necessárias complementações como as que aqui se utilizou para estudos de relações entre a qualidade de viagem e medidas sobre elementos da seção transversal de rodovia e avaliação de funcionamento de equipamentos para drenar.

Dentre outros usos de funções de estimativa de notas, poder-se-ia comparar os coeficientes de regressão associados às notas emitidas por avaliadores, depois e antes da manutenção e reconstrução dos segmentos observados para interpretar a percepção da qualidade de viagem pelos que usam a via e identificar possíveis conseqüências de obras, ou outras interferências em rodovias.

Um uso direto das funções de estimativas de notas emitidas por avaliadores é a própria estimativa notas que refletiriam as opiniões de usuários de vias. A repetição e a experiência decorrente do manuseio de dados e análise de regressão podem ampliar os horizontes de orientação das decisões sobre prioridades de ações sobre componentes de rodovia.

O que aqui se expôs é uma amostra do potencial de usos da análise de regressão. Por exemplo, houve referência a estudos já concluídos e publicados que sugerem o tratamento complementar de dados sobre a geometria longitudinal de vias, como em VASCONCELOS (2000); a capacidade equipamentos para drenar, como em PALMA (2000); ou defeitos em pavimentos, como em DARONCHO (2001).

7 Referências bibliográficas

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993a). “*NBR ISO 10011-1 Diretrizes para auditoria de sistemas da qualidade –Auditoria*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993b). “*NBR ISO 10011-2 Diretrizes para auditoria de sistemas da qualidade –Critérios para qualificação de auditores de sistema da qualidade*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993c). “*NBR ISO 10011-3 Diretrizes para auditoria de sistemas da qualidade –Gestão de programas de auditores*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993d). “*NBR ISO 10012-1 Requisitos de garantia da qualidade para equipamentos de medição –Sistema de comprovação metrológica de equipamento de medição*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994a). “*NBR ISO 8402 Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade – Terminologia*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994b). “*NBR ISO 9002 Sistemas da qualidade – Modelo de garantia da qualidade em produção e instalação*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994c). “*NBR ISO 9003 Sistemas da qualidade – Modelo de garantia da qualidade em inspeção e ensaios finais*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994d). “*NBR ISO 9004-1 Gestão da qualidade e elementos do “sistema da qualidade” – Diretrizes*”. Rio de Janeiro.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994e). “*NBR ISO 9004-3 Gestão da qualidade e elementos do “sistema da qualidade” – Diretrizes para materiais processados*”. Rio de Janeiro.
- AL-OMARI, B.; DARTER, M.I. (1994). “*Relationships between international roughness index and present serviceability rating*”. Transportation Research Record, n.1435, p.130-136.

- 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.
- CHASE, W. & BOWN, F. (1992). "General Statistics". 2.ed. New York, John Wiley e Sons, Inc.
- CRONBACH, Lee J. & MEEHL Paul E. (1955). *Construct validity in psychological tests*. In: *Psychological Bulletin*, 52, p.281-302.
- 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.
- DNER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1977). Primeiro esboço de Normas para o projeto geométrico de rodovias. Rio de Janeiro.
- DNER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1978). *Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos*. Procedimento DNER - PRO 07-78. Rio de Janeiro, RJ.
- DNER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1981). Instruções para drenagem de rodovias. Rio de Janeiro.
- DRAPER, N.R. & SMITH, H. (1981) *Applied regression analysis*. Second Edition. Wiley.
- FELEX, J.B. (1983). *O Usuário, um Instrumento para Avaliação*. São Carlos. 203p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FELEX, J.B. (1990). Regiões, habitantes e transportes. São Carlos. 66p Tese (Livre-docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- 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.
- GARG, A.; HOROWITZ, A.; ROSS, F. (1988). "*Establishing relationships between pavement roughness and perception of acceptability*". Transport Research Record, n. 1196, p. 276 - 285.
- GUALDA, N.D.F.; BALBO, J.T.; BERNUCCI, L.B.; TONDO, C.M.; TALLARICO, L.C. (1992). "*Planejamento da Manutenção de Pavimentos na Cidade de São Paulo*". In: VI CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA EM TRANSPORTES, Rio de Janeiro, 1992. *Anais*. Rio de Janeiro, ANPET. V.1, p.442-450.
- GULEN, S.; WOODS, R.; WEAVER, J.; ANDERSON, V.L. (1994). "*Correlation of present serviceability ratings with international roughness index*". Transportation Research Record, n.1435, p.27-37.
- 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.
- 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.
- LAMM, R.; GUENTHER, A. K.; CHOUEIRI, E. M. (1995). “*Safety module for highway geometric design*”. TRB. TRR 1512. p.7 – 14. Washington.
- LEE J. Cronbach & PAUL E. Meehl (1955). “Construct validity in psychological tests”. Psychological Bulletin, 52, 281-302.
- LIKERT, R. (1932). “*A technique for the measurement of attitudes*”. Archives of Psychology, n. 140.
- MELO, Ricardo Almeida de (1998). *Avaliadores, notas e qualidade de pavimentos*. São Carlos, 1998, 107p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MICROSOFT (2003). *Microsoft Excel XP*. Programa para computador;
- MORGAN, C.T. (1950). “*Fundamental Statistics in Psychology and Education*”. McGraw-Hill Publications in Psychology, Second Edition, New York.
- 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, 126p. 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.

STATSOFT (1995). *Statistica. STATSOFT. Programa para computador*. Tulsa.

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.

WALKER, D. M. & SCHERER, Philip. (1987). "Roadway Management for Local Roads". *Transportation Research Record*, n. 1106, p. 23 – 28.

Anexo I - Descrição de segmentos observados

Este anexo contém a descrição dos segmentos observados em 72 quilômetros de rodovias próximas à Araraquara, estado de São Paulo, Brasil.

A Figura 65 ilustra a aparência do segmento 11. Neste segmento, o equipamento para drenar encontra-se parcialmente coberto por capim. Há erosão e entulho entre acostamento e o canal lateral de drenagem. O segmento começa a quatrocentos metros do primeiro quilometro depois da origem, é início de aclive, e está após radar fixo para fiscalizar e restringir a velocidade de movimento de veículos a 80km/h. Há marcas de pneus sobre a pista, decorrentes de frenagem de veículos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 65 - Aparência do segmento 11

A Figura 66 ilustra a aparência do segmento 12, após três dias consecutivos de chuva. Há água e muita areia no acostamento. Na lateral direita entre o pé de talude de corte e acostamento há erosão.



Sem chuva



Com chuva

Figura 66 - Aparência do segmento 12

A Figura 67 ilustra a aparência do segmento 13. O segmento não tem equipamento para drenar água. Um acesso a via secundária tem início de erosão, areia e água no acostamento. Há entrada e saída de veículo logo após curva e a visibilidade do motorista que quer entrar na via principal é precária. É local onde ocorrem acidentes com veículos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 67 - Aparência do segmento 13

A Figura 68 ilustra a aparência do segmento 14. O equipamento para drenar está coberto por capim. O segmento contém pontos de erosão entre o acostamento e o talude de corte. Logo após chuva, a saída de água lateral permanece com acúmulo de água por longo tempo. Há areia no acostamento.



Sem chuva



Com chuva

Figura 68 - Aparência do segmento 14

A Figura 69 ilustra a aparência do segmento 15. Parte do segmento tem equipamento para drenar. Há erosão no acostamento e entulho na lateral. Após chuva, água permanece no acostamento e nas saídas laterais.



Sem chuva



Com chuva

Figura 69 - Aparência do segmento 15

A Figura 70 ilustra a aparência do segmento 16. Parte do segmento tem equipamento para drenar e há vegetação alta. A saída de água encontra-se em perfeitas condições.



Sem chuva



Com chuva

Figura 70 - Aparência do segmento 16

A Figura 71 ilustra a aparência do segmento 17, entrada da Fazenda Retiro. Lugar perigoso. A saída da fazenda está localizada logo após curva em declive.

Há ausência de sinalização que indique saída de veículos lentos e pesados para a rodovia principal. Os veículos que trafegam pela rodovia principal no sentido Araraquara não têm visão do que ocorre logo após a curva e chegam ao local a uma velocidade que não lhes permite a frenagem ideal para evitar colisões com outros veículos que tentam atravessar a rodovia.

A geometria faz com que veículos pesados evitem sair da via secundária pelo contorno projetado e posicionarem-se na contramão da saída para que

seus motoristas escutem e observem a aproximação de outros veículos e arrisquem a entrada na via principal. Há equipamentos para drenar, mas ao lado da saída direita da via secundária há poça de água em lateral de caixa de coleta.



Sem chuva



Com chuva

Figura 71 - Aparência do segmento 17

A Figura 72 ilustra a aparência do segmento 18. Segmento sem equipamentos para drenar. Há locais onde a água de chuva escorre pela lateral e acostamento, e depositam-se areia e entulho.



Sem chuva



Com chuva

Figura 72 - Aparência do segmento 18

A Figura 73 ilustra a aparência do segmento 19. Não há equipamento para drenar. Parte da lateral revestida com betume tem início de erosão; e após chuva ocorrem poças de água. Uma das laterais é revestida por grama.



Sem chuva



Com chuva

Figura 73 - Aparência do segmento 19

A Figura 74 ilustra a aparência do segmento 20. O segmento tem equipamento para drenar em bom estado. Acostamento asfaltado. Não há erosão nas laterais. Parcela de lateral é gramada, mas outra parcela tem erosão.



Sem chuva



Com chuva

Figura 74 - Aparência do segmento 20

A Figura 75 ilustra a aparência do segmento 21. O segmento não tem equipamento para drenar. O acesso à via secundária é em terra e tem erosão. Parcela de acostamento tem erosão. Parcela da lateral tem vegetação ou capim.



Sem chuva



Com chuva

Figura 75 - Aparência do segmento 21

A Figura 76 ilustra a aparência do segmento 22. Segmento sem equipamento para drenar. Em alguns lugares o acostamento asfaltado tem areia e apresenta início de erosão. Parte da lateral gramada e a parte sem grama com erosão.



Sem chuva



Com chuva

Figura 76 - Aparência do segmento 22

A Figura 77 ilustra a aparência do segmento 23. É a entrada da Fazenda Montana. Há equipamento para drenar em parte do segmento. Há capim nascendo dentro do equipamento para drenar, entulho (árvore seca). Entre o acostamento asfaltado e o equipamento para drenar há presença de areia e de capim. Parte do segmento tem laterais com vegetação fazendo com que em dia de chuva a água escorra pelo acostamento e ali deposite areia. Acostamento estreito devido à ponte que se segue.



Sem chuva



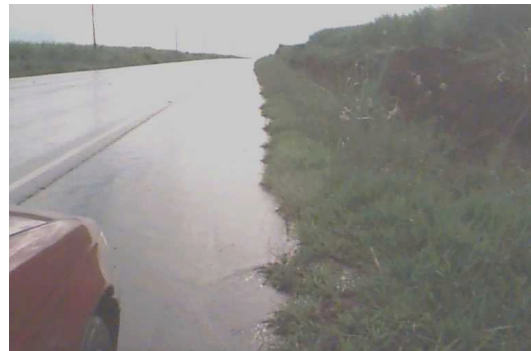
Com chuva

Figura 77 - Aparência do segmento 23

A Figura 78 ilustra a aparência do segmento 24. Só parte do segmento não tem equipamento para drenar. Na lateral a grama alta impede a água de sair do acostamento. Há depósito de materiais sobre o acostamento arrastados pela água de chuva. Parte da lateral tem erosão e acúmulo de água.



Sem chuva



Com chuva

Figura 78 - Aparência do segmento 24

A Figura 79 ilustra a aparência do segmento 25. Não há equipamento para drenar. Pequena presença de areia no acostamento. Na lateral há pouca grama, e ocorre início de erosão em pé de talude de corte.



Sem chuva



Com chuva

Figura 79 - Aparência do segmento 25

A Figura 80 ilustra a aparência do segmento 26. Este segmento se inicia com declive e curva acentuada à esquerda. Segmento bem sinalizado verticalmente. A presença de tachas refletivas na descida gera desconforto.

Em dias de chuva, o volume de água sobre a pista e acostamento é grande. Entre acostamento e pé de talude de corte a erosão é crescente devido a forte enxurrada que é ali formada. Na curva existe uma entrada secundária que dá acesso à Fazenda Alabama seguida de ponto de ônibus e uma ponte. Início de erosão da lateral entre acostamento e ponto de ônibus devido à enxurrada.

O proprietário da Fazenda Alabama relatou ocorrência de acidentes e perigo aos que aguardam transporte nesse local. E, que já fez várias reclamações junto à prefeitura de Araraquara e o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. Ocorrem ameaças de processar Governo. Há entulhos (pedras, areia, matéria orgânica) no acostamento antes do acesso à fazenda.



Sem chuva



Com chuva

Figura 80 - Aparência do segmento 26

A Figura 81 ilustra a aparência do segmento 27. Parte do segmento tem equipamento para drenar e parte não. Em dia de chuva a água que escorre na lateral vai para o acostamento e ali deposita areia e entulho. Início de erosão na lateral.



Sem chuva



Com chuva

Figura 81 - Aparência do segmento 27

A Figura 82 ilustra a aparência do segmento 28. Há acostamento asfaltado com depósitos de areia. Lateral, hora com vegetação alta, hora sem vegetação e com início de erosão. A superelevação da curva em declive não é suficiente. Local onde ocorrem acidentes.



Sem chuva



Com chuva

Figura 82 - Aparência do segmento 28

A Figura 83 ilustra a aparência do segmento 29. Parte tem equipamento para drenar. Parte de acostamento tem grama, parte sem com início de erosão. Há rotatória com acúmulo de água e acostamento com terra.



Sem chuva



Com chuva

Figura 83 - Aparência do segmento 29

A Figura 84 ilustra a aparência do segmento 30. Neste segmento o equipamento para drenar funciona perfeitamente. Há três quebra-molas. O segmento está dentro de zona urbana de Gavião Peixoto.



Sem chuva



Com chuva

Figura 84 - Aparência do segmento 30

A Figura 85 ilustra a aparência do segmento 31. O acostamento tem grama alta, acima da pista de rolamento. O desgaste do revestimento é sentido pelo forte ruído causado pelo contato com pneus de veículo. Há remendos na superfície do pavimento. O segmento termina em curva acentuada a direita.



Sem chuva



Com chuva

Figura 85 - Aparência do segmento 31

A Figura 86 ilustra a aparência do segmento 32 – Pista com estrias longitudinais e remendos. O equipamento para drenar está coberto por capim alto. A presença de galhos secos de árvore causa danos em alguns pontos do equipamento para drenar. A grama não está presente em todo o acostamento. Há remendos, ondulações, estrias longitudinais, desgaste. Curva em aclave. Região de mata e muito úmida.



Sem chuva



Com chuva

Figura 86 - Aparência do segmento 32

A Figura 87 ilustra a aparência do segmento 33. O segmento tem alguns remendos na superfície do pavimento. Não há equipamento para drenar. Parte do acostamento encontra-se gramado e, parte não. Existem alguns pontos do segmento com acúmulo de água, e em outros há início de erosão. O segmento termina logo após curva acentuada à esquerda (90°) seguida de quebra mola. Início de zona urbana.



Sem chuva



Com chuva

Figura 87 - Aparência do segmento 33

A Figura 88 ilustra a aparência do segmento 34. Há equipamento para drenar do lado esquerdo do segmento e água de chuva acumulada nas laterais. Do lado direito do segmento o acostamento hora é gramado, hora encontra-se sem grama. Há buracos e remendos. Acostamento tem inclinação que permite a saída rápida de água de chuva para fora do pavimento quando não for bloqueada por grama. Onde o acostamento tem grama, ela está mais alta que a pista de rolamento e impede a água de

chuva sair para as laterais. Há remendos e dois quebra-molas. Zona urbana de Nova Paulicéia.



Sem chuva



Com chuva

Figura 88 - Aparência do segmento 34

A Figura 89 ilustra a aparência do segmento 35. O segmento tem acostamento gramado com inclinação que não permite a rápida saída de água de chuvas para fora do pavimento. A cerca do terreno à direita não permite que um veículo estacione com segurança. Há muitos buracos e remendos contidos em duas curvas contínuas. Há erosão em alguns pontos do acostamento com comprometimento da pista de rolamento.



Sem chuva



Com chuva

Figura 89 - Aparência do segmento 35

A Figura 90 ilustra a aparência do segmento 36. O acostamento tem inclinação para não permitir acúmulo de água no pavimento, no entanto a grama no início do acostamento está mais alta que a faixa de tráfego e impede a saída de água pelas laterais. Do lado esquerdo, existe uma bica de água canalizada. Há acúmulo de água na lateral entre pé de corte e o acostamento. Neste ponto a pista de rolamento tem buracos e remendos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 90 - Aparência do segmento 36

A Figura 91 ilustra a aparência do segmento 37. O segmento tem acostamento gramado impede saída de água da pista. Há buracos, remendos e ondulações na pista de rolamento. Após curva, há uma saída secundária inclinada à esquerda. Em dias de chuva a água acumulada transborda e passa por cima da pista de rolamento.



Sem chuva



Com chuva

Figura 91 - Aparência do segmento 37

A Figura 92 ilustra a aparência do segmento 38. Parte do segmento tem acostamento com grama alta e parte sem grama. Há buracos na pista e remendos, além de estrias longitudinais e desgaste. A saída secundária à direita permite o acúmulo de areia sobre a pista, erosão e presença de água de chuva por mais tempo.



Sem chuva



Com chuva

Figura 92 - Aparência do segmento 38

A Figura 93 ilustra a aparência do segmento 39. Há vegetação no acostamento que impede saída de água para a lateral. Na curva após entrada de plantio de laranja quando chove a água leva material terroso para a pista. Há buracos e remendos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 93 - Aparência do segmento 39

A Figura 94 ilustra a aparência do segmento 40. O acostamento gramado, além de estar mais alto do que a pista de rolamento tem inclinação para o lado da pista. Em dia de chuva, a água vem do acostamento para dentro da pista de rolamento e permanece ali por mais tempo. Há início de erosão no acostamento. Há, na pista de rolamento, estrias longitudinais, buracos e remendos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 94 - Aparência do segmento 40

A Figura 95 ilustra a aparência do segmento 41. O segmento tem acostamento com grama em nível superior à pista de rolamento, o que dificulta a saída de água de chuva para fora da pista. Há presença de areia, buracos, remendos e estrias longitudinais na pista. Estreitamento do acostamento na ponte seguida de rotatória de entrada a Nova Europa. O acostamento neste local está com buracos e água acumulada.



Sem chuva



Com chuva

Figura 95 - Aparência do segmento 41

A Figura 96 ilustra a aparência do segmento 42. A pista de rolamento tem desgaste e estrias longitudinais. No segmento não há remendos nem buracos. O acostamento está em nível abaixo da pista de rolamento, e, ora está gramado, ora não. Há locais em que, durante chuva, a água atravessa de um lado para o outro da pista.



Sem chuva



Com chuva

Figura 96 - Aparência do segmento 42

A Figura 97 ilustra a aparência do segmento 43. A pista tem trincas, desgaste acentuado, mas não há remendos nem buracos. O acostamento tem grama e está abaixo da pista facilitando a água escoar para a lateral.



Sem chuva



Com chuva

Figura 97 - Aparência do segmento 43

A Figura 98 ilustra a aparência do segmento 44. Segmento reconstruído com acostamento asfaltado. Laterais com saídas de água permitem que a água na pista em dia de chuva escoe para fora do acostamento.



Sem chuva



Com chuva

Figura 98 - Aparência do segmento 44

A Figura 99 ilustra a aparência do segmento 45. Segmento reconstruído. A maior parte da lateral direita tem pouca ou nenhuma vegetação. Há saídas de água ao longo do acostamento. Sem remendos, nem buracos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 99 - Aparência do segmento 45

A Figura 100 ilustra a aparência do segmento 46. Há equipamento para drenar no pé de talude de corte. Não há buracos nem remendos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 100 - Aparência do segmento 46

A Figura 101 ilustra a aparência do segmento 47. Parte do segmento está com o acostamento coberto por capim alto e parte com erosão. Pista de rolamento em boas condições de rolamento.



Sem chuva



Com chuva

Figura 101 - Aparência do segmento 47

A Figura 102 ilustra a aparência do segmento 48. O segmento tem parte do acostamento com grama e parte com erosão. No local próximo da travessia de córrego (barragem à esquerda da via) a pista de rolamento contém remendos, buracos e trincas por fadiga (couro de jacaré). O acostamento está sempre com vegetação alta.

Não há sinalização vertical que indique travessia de córrego e o muro de testa de concreto está sempre encoberto por vegetação alta. Se o usuário necessitar estacionar seu veículo neste local não terá percepção do perigo de acidente a que está exposto devido à proteção precária. Local de perigo. Segmento que sempre exige manutenção.



Sem chuva



Com chuva

Figura 102 - Aparência do segmento 48

A Figura 103 ilustra a aparência do segmento 49. Parte do segmento tem acostamento gramado e em nível mais alto que a pista de rolamento. Em dia de chuva percebe-se que a água fica impedida de sair para o acostamento e percorre longitudinalmente a pista de rolamento. A parte do segmento em

que o acostamento não tem grama ou tem muito pouca vegetação está abaixo da pista de rolamento, e a água de chuva permanece nesse local por mais tempo. Não há buracos. Há poucos remendos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 103 - Aparência do segmento 49

A Figura 104 ilustra a aparência do segmento 50. O segmento tem parte do acostamento com grama alta e em nível mais elevado que a pista de rolamento impedindo a água de chuva sair com rapidez para as laterais e percorre longitudinalmente por sobre a pista de rolamento. Parte do acostamento não tem grama ou tem muito pouca e em nível abaixo da pista de rolamento. Há poucos remendos.



Sem chuva



Com chuva

Figura 104 - Aparência do segmento 50

A Figura 105 ilustra a aparência do segmento 51. Parte do acostamento tem com capim alto impedindo a saída rápida de água de chuva. Outra parte do acostamento tornou-se caminho que em dia de chuva forma fortes enxurradas. Há desgaste, buracos e remendos na pista de rolamento.



Sem chuva



Com chuva

Figura 105 - Aparência do segmento 51

A Figura 106 ilustra a aparência do segmento 52. Parte do segmento tem acostamento com pouca grama e não há evidência de que a água de chuva escorra longitudinalmente sobre a pista de rolamento. Acostamento sem grama e com trilha que canaliza a água de chuva até saídas na lateral.



Sem chuva



Com chuva

Figura 106 - Aparência do segmento 52

A Figura 107 ilustra a aparência do segmento 53. O segmento tem acostamento com pouca grama e a rodeira que ali se forma canaliza a água de chuva até saída na lateral. Poucos remendos na pista.



Sem chuva



Com chuva

Figura 107 - Aparência do segmento 53

A Figura 108 ilustra a aparência do segmento 54. Não há evidência de acúmulo de água sobre o pavimento. Há alguns remendos. Pertence ao início de zona urbana de Gavião Peixoto. Há dois quebra-molas.



Sem chuva



Com chuva

Figura 108 - Aparência do segmento 54

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)