

CADERNOS DO IME – Série Estatística

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Rio de Janeiro - RJ - Brasil
ISSN impresso 1413-9022 / ISSN on-line 2317-4536 - v. 32, p. 15 - 31, 2012

ANÁLISE DE REGRESSÃO MÚLTIPLA PARA IDENTIFICAÇÃO DE FATORES RELEVANTES NA QUALIDADE DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO INTERMUNICIPAL DE PASSAGEIROS

Amanda Caroline da Silva Ribeiro
Universidade Estadual do Norte Fluminense
acsr@gmail.com

André Luís Policani Freitas
Universidade Estadual do Norte Fluminense
policani@uenf.br

Resumo

Nos últimos anos, o sistema de transporte rodoviário de passageiros vem enfrentando uma concorrência cada vez maior com outras formas de transporte. Neste cenário de crescente competitividade, é de extrema importância buscar a melhoria da qualidade na prestação do serviço de transporte público. Uma das principais maneiras de atuar no processo de melhoria da qualidade consiste em identificar quantitativamente os fatores que influenciam na prestação do serviço. Com intuito de contribuir para essa problemática, este artigo propõe um modelo de regressão linear múltipla que represente a relação entre a qualidade do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros e o grau de satisfação dos usuários à luz de cada critério presente na prestação de serviço. Além disso, pretende-se relatar as associações entre as variáveis/critérios e identificar os critérios mais importantes para o aumento da qualidade dos serviços.

Palavras-chave: *Qualidade em Serviços; Transporte Público; Regressão Múltipla.*

1. Introdução

O transporte rodoviário é o meio de locomoção mais utilizado pelos passageiros no Brasil, devido à regularidade dos serviços oferecidos, maior abrangência da malha rodoviária, além do valor das tarifas, que são mais acessíveis. Quando comparados aos sistemas ferroviários e hidroviários no país, se sobressai principalmente pela pouca abrangência e insuficiência desses sistemas. Em relação ao transporte aéreo, apesar da malha aérea ter sido ampliada nos últimos anos no território nacional e das tarifas aéreas terem sido reduzidas significativamente em alguns trechos em função do aumento da concorrência entre as companhias aéreas, o valor das tarifas aéreas ainda não é acessível à maioria da população (FREITAS *et al.*, 2011).

Porém, nos últimos anos, as empresas de ônibus vêm enfrentando uma concorrência cada vez maior com outras formas de transporte, tais como: outras empresas de ônibus, transporte clandestino, frotas fretadas, e empresas de aviação.

Este cenário competitivo torna relevante avaliar a qualidade do transporte rodoviário de passageiros por ônibus. Estudos recentes (ANTT, 2005; ABRATI, 2010; FREITAS *et al.*, 2011, FREITAS, 2013) têm sido realizados neste âmbito, visando para captar a percepção dos passageiros. Porém, segundo Medeiros e Nodari (2011), pesquisas de satisfação de usuários (passageiros) são muito dispendiosas para ser feitas com a frequência devida.

Desejando contribuir para essa problemática, neste artigo empregou-se a análise de regressão linear múltipla com o objetivo de obter uma equação que melhor represente a relação entre a qualidade do transporte público intermunicipal e o grau de satisfação dos clientes à luz de cada critério da prestação de serviço. Para tanto, considerou-se a abordagem metodológica proposta por Freitas *et al.* (2011) e os resultados deste estudo. Dentre outros aspectos, buscou-se verificar se os critérios/itens mais (menos) importantes obtidos por meio da análise de regressão são comparáveis aos itens/critérios mais (menos) críticos considerados no estudo.

2. Qualidade no Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros

A facilidade do deslocamento de pessoas é um fator significativo na caracterização da qualidade de vida de uma população e, por consequência, do seu grau de desenvolvimento social e econômico (FERRAZ; TORRES, 2001).

O transporte rodoviário de passageiros é tipicamente uma prestação de serviços. A legislação brasileira define o que é um “serviço adequado”, isto é, quais são os parâmetros mínimos de qualidade para a prestação de serviços públicos concedidos. Em especial, o artigo 6.º da Lei 8987/95 estabelece que “toda concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários conforme estabelecido nessa lei, nas normas pertinentes e no respectivo contrato”.

Segundo o Decreto nº 2521/98, regulamento do Serviço de Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional de Passageiros, um serviço é adequado quando satisfaz às condições de atualidade, pontualidade, regularidade, continuidade, segurança, eficiência, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas, conforme estabelecido no respectivo contrato. Além disso, a legislação em vigor estabelece direitos e obrigações dos usuários de transportes rodoviários de passageiros.

Um dos procedimentos mais empregados para avaliar e classificar a qualidade dos serviços é através da mensuração do Grau de Satisfação dos avaliadores (clientes, funcionários ou avaliadores externos) com o desempenho do serviço à luz de um conjunto de critérios considerados relevantes (FREITAS, 2005). Segundo Freitas *et al.* (2011), existem características intrínsecas à prestação de serviços de transporte público por ônibus que as tornam bastante peculiares, tais como:

- a) Cada viagem pode ser considerada como um serviço específico (heterogeneidade), pois é influenciada por diversos aspectos (condições climáticas, condições de tráfego, condições do veículo, tipos de passageiros, etc.), tornando difícil ou quase impossível a detecção e correção de falhas e problemas antes que eles ocorram e afetem o usuário;
- b) O serviço de transporte não pode ser armazenado - se os passageiros não embarcam em determinado horário, nem sempre é possível acomodá-los em outro horário e o serviço não é prestado em sua totalidade (perecibilidade);
- c) O serviço de transporte por ônibus é prestado e consumido de forma coletiva, em que os usuários nem sempre apresentam o mesmo perfil e nem compartilham o mesmo pensamento;
- d) Na maioria das vezes o pagamento é realizado antes da prestação do serviço, o que geralmente não possibilita o usuário desistir do serviço, e;

- e) A prestação do serviço é muito dispersa espacialmente e temporalmente, dificultando a padronização das atividades, supervisão e o controle de pessoal.

Neste artigo empregou-se a análise de regressão linear múltipla para identificar a importância relativa de cada critério (item) na constituição do índice de qualidade do serviço, além da identificação das relações existentes entre os itens presentes na prestação do serviço. Para tanto, considerou-se para efeito de análise os dados e resultados da abordagem metodológica proposta por Freitas *et al.* (2011) para avaliar a qualidade do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros, realizado por ônibus. A seção seguinte descreve os procedimentos metodológicos realizados neste estudo.

3. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram estruturados em duas etapas: breve descrição da abordagem metodológica proposta por Freitas *et al.* (2011) e análise de regressão linear múltipla realizada a partir do referido estudo. A abordagem caracteriza-se por ser de natureza comprobatória, tendo como objetivo obter percepções e compreensões a respeito do problema. O caráter comprobatório advém do fato de que a análise de regressão será realizada a partir de um estudo sobre qualidade do transporte rodoviário intermunicipal por ônibus anteriormente desenvolvido. A existência da relação entre uma única variável dependente métrica e várias variáveis independentes métricas no estudo em questão torna apropriado o emprego da análise de regressão múltipla (HAIR *et al.*, 2005; MALHOTRA, 2006).

3.1 Breve descrição da abordagem proposta por Freitas *et al.* (2011)

A abordagem concentra-se na avaliação da qualidade do serviço de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros realizado por ônibus, segundo a percepção dos usuários e fundamenta-se na captação do Grau de Importância dos critérios (itens) e do Grau de Satisfação dos passageiros em relação aos critérios (itens) considerados. Nesta etapa define-se o objeto de estudo e aspectos primordiais para a realização da pesquisa.

- a) **Objeto de estudo:** o estudo foi realizado no município de Campos dos Goytacazes, localizado ao norte do Estado do Rio de Janeiro. A população estimada do município é de 463.545 habitantes (IBGE, 2011). É previsto um aumento expressivo do número de habitantes dos municípios da região decorrente da instalação do Complexo Logístico da Barra do Furado e do Porto

do Açú. É perceptível o intenso deslocamento entre os habitantes dos municípios da região, especialmente entre Campos dos Goytacazes e Macaé;

- b) **Crítérios relevantes:** Vários estudos identificaram critérios relevantes à avaliação da qualidade do transporte público por ônibus urbano, mas não é possível assegurar que estes sejam adequados ao tratamento do problema em questão. Por meio de uma pesquisa-piloto foram definidas seis Dimensões da Qualidade e 33 critérios. Para melhor compreensão dos respondentes, tais critérios foram sintetizados por similaridade conceitual e tiveram a redação aperfeiçoada, resultando em 17 critérios (Ver Quadro 1).

Quadro 1 – Dimensões e critérios

Dimensão	Crítérios
Atendimento	Grau de cortesia dos funcionários (I ₁), filas rápidas e organizadas (I ₂), apresentação dos funcionários (I ₃), e facilidade de compra (I ₁₁).
Veículo	Estado de conservação (I ₄), existência de banheiro (I ₅), existência de ar-condicionado (I ₆), limpeza (I ₇), e veículos acessíveis a portadores de necessidades especiais (I ₈).
Segurança	Dispositivos de segurança adequados ao uso (I ₉) e respeito às leis de trânsito (I ₁₀).
Deslocamento	Horário de saída conforme previsto (I ₁₂), diversidade de horários de partida (I ₁₃), tempo de viagem adequado ao proposto (I ₁₄) e quantidade de paradas durante o percurso (I ₁₅).
Diferenciais	Existência de serviços diferenciais, tais como água, jornal e cobertor (I ₁₆)
Preço	Custo-benefício, ou seja, o valor pago em relação ao serviço oferecido (I ₁₇).

Fonte: Freitas *et al.* (2011)

- c) **Escala de julgamento de valor:** para captar o Grau de Importância dos critérios (itens) e o Grau de Satisfação dos respondentes em relação a cada critério foram utilizadas escalas não-comparativas contínuas de 0 a 10 pontos. Os extremos das duas escalas correspondiam, respectivamente, aos conceitos Pouco Importante (valor 0) e Muito Importante (valor 10) e, Muito Insatisfeito (valor 0) e Muito Satisfeito (valor 10). Ambas as escalas possuíam exatos 100 mm de extensão e resultaram da combinação entre a escala gráfica e escala itemizada. Segundo Parasuraman *et al.* (2004), essa combinação permite obter os benefícios dos dois tipos de escala: a escala itemizada é mais fácil de responder e mais significativa para o respondente, e a escala gráfica permite uma melhor detecção das diferenças de atitudes. O valor numérico da avaliação de cada item segundo a percepção de cada respondente foi coletado com auxílio de uma régua graduada em milímetros;

- d) **Instrumento de coleta de dados:** Um questionário foi desenvolvido para captar o perfil dos respondentes, a percepção destes acerca do Grau de Importância dos itens e do Grau de Satisfação em relação a tais itens. O questionário também buscou captar se o respondente já havia utilizado o transporte alternativo e quais seriam os fatores que poderiam fazê-lo optar por essa forma de transporte, além de dispor de um ‘espaço aberto’ para críticas e sugestões;
- e) **Coleta de dados:** 209 passageiros foram abordados nas rodoviárias de Campos dos Goytacazes e Macaé (próximo ao terminal de embarque) e ao longo do trajeto (110 km). O transporte é realizado por uma única empresa de ônibus, sem paradas em rodoviárias de outros municípios. A amostragem foi considerada não-probabilística por conveniência que, segundo Malhotra (2006), consiste em uma técnica de amostragem que não utiliza seleção aleatória de respondentes e os elementos da amostra são selecionados de acordo com o julgamento pessoal do pesquisador;
- f) **Síntese dos resultados:** por meio da Análise Importância-Satisfação, os itens foram atribuídos a um dos quatro quadrantes decisórios (Quadro 2).

Quadro 2 – Quadrantes da Análise Importância-Satisfação.

<p>Manter o bom trabalho: Agrupa itens de maior importância e que proporcionam os maiores graus de satisfação. Os itens são considerados os pontos fortes da prestação do serviço e a empresa deve atuar no sentido de manter o nível de satisfação do usuário à luz dos mesmos. No estudo, pertencem a este quadrante os itens I₄ (estado de conservação do veículo) e I₇ (limpeza do veículo). Os itens I₅ (existência de banheiro), I₉ (dispositivos de segurança adequados ao uso) e I₁₁ (facilidade de compra) estão muito próximos da fronteira e devem ser observados.</p>
<p>Possível Excesso: Comporta itens que proporcionam satisfação aos usuários, mas não são tão importantes comparados com os demais, sendo caracterizados como um possível excesso na prestação do serviço. Pertencem a este quadrante os itens I₃ (apresentação dos funcionários), I₆ (existência de ar condicionado), I₁₃ (diversidade de horários de partida) e I₁₄ (tempo de viagem adequado ao proposto).</p>
<p>Baixa prioridade: os itens são considerados de baixa prioridade porque possuem Grau de Importância Médio menor que o Grau de Importância Global e também possuem Grau de Satisfação Médio menor que o Grau de Satisfação Global. Pertencem a esse quadrante os itens I₁₅ (quantidade de paradas durante o percurso) e I₁₆ (existência de serviços diferenciados).</p>
<p>Melhorar aqui: comporta itens considerados críticos a ser priorizados pela empresa em termos de ações que visem melhorar a qualidade dos serviços. Pertencem a este quadrante: I₁ (grau de cortesia dos funcionários), I₁₇ (Preço), I₁₂ (horário de saída conforme previsto), I₁₀ (respeito às leis de trânsito), I₈ (veículos acessíveis a portadores de necessidades especiais) e I₂ (filas rápidas e organizadas).</p>

3.2 Análise de Regressão linear múltipla

A técnica de regressão múltipla permite a interpretação da importância relativa de cada variável ao modelo, além de relatar as associações entre as variáveis, levando a análises sobre as correlações entre determinadas preditoras - relações de grande interesse para os tomadores de decisões.

Segundo Hair *et al.* (2006), a análise de regressão múltipla visa desenvolver um modelo de previsão usando os valores conhecidos das variáveis independentes (X_1, X_2, \dots, X_k) e assim prever os valores da variável dependente (Y). A forma geral do modelo de regressão múltipla é dada pela equação (1) e é estimado pela equação (2):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k + e_i \quad (1)$$

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_k X_k \quad (2)$$

Onde: \hat{Y} é o valor estimado de Y ; β_0 é o coeficiente linear; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$, os coeficientes de regressão parcial; a é o valor estimado de β_0 ; b_1, b_2, \dots, b_k são os respectivos valores estimados de $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$; e, e_i é o termo do erro associado à i -ésima observação.

Neste estudo, Y_α será estimado por \hat{Y}_α (IQS_α), Índice da Qualidade de Serviço segundo a percepção do passageiro α , obtido pela expressão (3). I_α^i é o Grau de Importância atribuído pelo passageiro α ao item i e, S_α^i é o Grau de Satisfação atribuído pelo passageiro α ao item i .

$$IQS_\alpha = \frac{\sum_{i=1}^k (I_\alpha^i \cdot S_\alpha^i)}{\sum_{i=1}^k I_\alpha^i} \quad (3)$$

Para a construção do modelo utilizou-se o software SPSS, considerando como variável dependente os IQS_α , e como variáveis independentes, o grau de satisfação médio dos passageiros em relação a cada item (IQS_i). As análises foram realizadas e os resultados encontram-se dispostos na Tabela 1.

3.2.1. Análise preliminar dos dados

A Tabela 1 apresenta o grau de satisfação médio dos passageiros em relação a cada item (IQS_i) e o índice de qualidade de serviço (IQS), obtido a partir da média desses valores. Os valores de IQS_i revelam que I_{11} (facilidades de compra) e I_{13} são os itens que promovem maior satisfação. Porém, I_2 (filas rápidas) e I_8 (veículos acessíveis a portadores de necessidades especiais) proporcionam menor satisfação.

Tabela 1 - Resultados das Análises.

Var.	Média (IQS_i)	Desvio Padrão	Corr. Pearson	Corr. Parcial	VIF	b_i	$b_{i(inf)}$	$b_{i(sup)}$	Erro Padrão	t_{cal}	
IQS	6,219	0,570	---	---	---	---	---	---	---	---	
Cons.	---	---	---	---	---	0,215	-	0,039	0,468	0,129	1,667
I ₁	6,049	1,584	0,111	0,544	1,207	0,062	0,049	0,076	0,007	8,971	
I ₂	3,227	1,955	0,338	0,737	1,208	0,085	0,074	0,096	0,006	15,065	
I ₃	7,565	1,864	0,232	0,372	1,103	0,031	0,020	0,042	0,006	5,537	
I ₄	7,259	1,419	0,404	0,601	1,267	0,083	0,067	0,099	0,008	10,398	
I ₅	7,662	1,647	0,304	0,593	1,187	0,068	0,054	0,081	0,007	10,171	
I ₆	6,779	2,219	0,335	0,539	1,219	0,044	0,034	0,054	0,005	8,834	
I ₇	7,751	1,272	0,422	0,371	1,369	0,051	0,033	0,069	0,009	5,529	
I ₈	3,497	1,541	0,270	0,604	1,155	0,073	0,059	0,087	0,007	10,460	
I ₉	7,447	1,697	0,221	0,490	1,259	0,051	0,038	0,065	0,007	7,760	
I ₁₀	4,407	1,812	0,360	0,725	1,156	0,086	0,075	0,098	0,006	14,552	
I ₁₁	8,554	1,468	0,397	0,324	1,383	0,038	0,022	0,054	0,008	4,738	
I ₁₂	5,112	1,830	0,437	0,672	1,267	0,077	0,065	0,089	0,006	12,515	
I ₁₃	8,216	1,366	0,287	0,368	1,227	0,047	0,031	0,063	0,008	5,786	
I ₁₄	6,812	1,476	0,289	0,472	1,158	0,054	0,040	0,069	0,007	7,392	
I ₁₅	6,136	2,368	0,140	0,627	1,194	0,052	0,042	0,061	0,005	11,121	
I ₁₆	6,277	2,872	0,180	0,311	1,270	0,018	0,010	0,026	0,004	4,515	
I ₁₇	5,512	2,230	0,368	0,714	1,158	0,068	0,059	0,078	0,005	14,102	
$R =$	0,970										
$R^2 =$	0,941										
R^2 ajustado =	0,936										
Erro padrão =	0,14472										
		Soma dos Quadrados	g.l.	Quadrado Médio	F	Signif. de F					
Regressão		63,562	17	3,739	178,523	0,0000					
Resíduo		4,000	191	0,021							
Total		67,562	208								

Fonte: Autores

3.2.2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis independentes

As maiores correlações de Pearson foram 0,362 entre as variáveis I₄ (estado de conservação do veículo) e I₇ (limpeza do veículo); e 0,285, entre I₅ (existência de banheiro) e I₈ (veículos acessíveis a portadores de necessidades especiais). Esses resultados revelam que a limpeza do veículo pode influenciar a percepção da conservação do mesmo. Além disso, a existência de banheiro pode influenciar a percepção quanto ao atendimento aos portadores de necessidades especiais.

3.2.3. Correlação de Pearson entre variável dependente e as independentes

I₁₂ (horário de saída do ônibus conforme o previsto) é o item que melhor se correlaciona com a variável dependente (Índice de qualidade de serviço), quando não controlado ou ajustado os efeitos das outras variáveis (coef. de correlação igual a 0,437). O Grau de cortesia dos funcionários (I₁) é o item com o menor valor de Pearson (0,111).

3.2.4. Coeficientes de correlação parcial

Os coeficientes de correlação parcial que representam a associação entre a variável dependente e uma variável independente após controlar ou ajustar os efeitos das demais variáveis independentes. Esse coeficiente tende a ser mais significativo que o coeficiente de Pearson, visto que as variáveis independentes também possuem correlações entre si, o que interfere nos resultados levando muitas vezes a equívocos.

O item I₂ (filas rápidas e organizadas) possui o maior coeficiente de correlação parcial em relação à variável dependente (0,737), ou seja, este item é o que mais influencia o índice de qualidade de serviço (*IQS*). O segundo maior coeficiente corresponde ao item I₁₀ (respeito às leis de trânsito). Por outro lado, I₁₆ (existência de serviços diferenciais) é o item que menos influencia o índice de qualidade de serviço.

3.2.5. Fator de inflação de variância (*VIF - Variance Inflation Factor*)

Este fator fornece a correlação de uma variável com todas as outras variáveis do modelo. O item I₁₁ é o que melhor se relaciona com todas as outras variáveis, ou seja, a facilidade da compra da passagem influencia a satisfação dos passageiros em relação a todos os outros itens. A segunda variável de maior *VIF* é o item I₇ (limpeza do veículo). A variável que pior se relaciona com as demais é o item I₃ (aparência dos funcionários).

3.2.6. Estimação dos coeficientes de regressão parcial

A equação 4 representa o modelo que melhor exprime a relação linear entre os itens estabelecidos (Grau de Satisfação do passageiro em relação a cada item) e o índice de qualidade de serviço.

$$\begin{aligned}
 IQS = & 0,062(I_1) + 0,085(I_2) + 0,031(I_3) + 0,083(I_4) + 0,068(I_5) + 0,044(I_6) + \\
 & 0,051(I_7) + 0,073(I_8) + 0,051(I_9) + 0,086(I_{10}) + 0,038(I_{11}) + \\
 & 0,077(I_{12}) + 0,047(I_{13}) + 0,054(I_{14}) + 0,052(I_{15}) + 0,018(I_{16}) + \\
 & 0,068(I_{17})
 \end{aligned} \tag{4}$$

Os maiores coeficientes de regressão parcial são referentes às variáveis/ítems I₁₀ (respeito às leis de trânsito), I₂ (filas rápidas e organizadas), I₄ (estado de conservação dos veículos), I₁₂ (horário de saída conforme previsto), I₈ (veículos acessíveis a portadores de necessidades especiais), I₁₇ (relação custo-benefício) e, I₅ (existência de banheiro). Por exemplo, considerando a variação de uma unidade do item I₁₀, obtém-se uma variação de 0,086 no índice de qualidade de serviço (*IQS*), dado que as demais variáveis se mantêm

constantes. Por outro lado, I_{16} (existência de serviços diferenciais) é a variável com menor coeficiente de regressão parcial, pois o acréscimo de uma unidade nesta variável proporciona um aumento de 0,018 no IQS . A segunda variável de menor coeficiente de regressão parcial é a I_3 (apresentação dos funcionários).

A análise dos intervalos de confiança revela que o coeficiente de regressão parcial da variável I_4 possui o maior limite superior (0,099). Caso ocorra, essa variável será a que mais contribui ao valor do IQS (É importante notar que os limites superiores dos itens I_{10} e I_2 são muito próximos desse valor). Por outro lado, o coeficiente de regressão parcial da variável I_{16} possui o menor limite inferior (0,010), sendo considerada a que menos contribui para a variação do índice de qualidade de serviços.

3.2.7. Intensidade de associação

A variação total (soma total de quadrados) SQ_y pode ser decomposta na variação proporcionada pela regressão (soma de quadrados da regressão) SQ_{reg} e a variação residual (soma de quadrados dos erros) SQ_{res} , conforme expressa pela expressão (5):

$$\begin{aligned} SQ_y &= SQ_{reg} + SQ_{res} \\ \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})^2 &= \sum_{i=1}^k (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^k (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \end{aligned} \quad (5)$$

A intensidade de associação estipulada pela equação de regressão é medida pelo coeficiente de determinação múltipla (R^2), conforme equação 6). O coeficiente de correlação múltipla (R) pode ser entendido como coeficiente de correlação simples, r , entre Y e \hat{Y} . R^2 não pode ser menor que o maior bivariado (r^2) de qualquer variável independente individual com a variável dependente.

$$R^2 = \frac{SQ_{reg}}{SQ_y} \quad (6)$$

O valor de R^2 será maior quando os r_i^2 forem baixos. Se as correlações individuais entre as variáveis independentes forem iguais à zero, essas variáveis são não-correlacionadas, então o coeficiente de determinação (R^2), será a soma dos r^2 bivariados entre cada variável independente e a variável dependente.

Os valores encontrados para R e R^2 (0,970 e 0,941, respectivamente) indicam que existe um alto poder de explicação do modelo de regressão e assim uma boa previsão da variável dependente (a qualidade do transporte intermunicipal de passageiros é bem estimada pela percepção da satisfação dos passageiros).

3.2.8 Exame da significância estatística do modelo

De acordo com Hair *et al.* (2006), para a construção do modelo usa-se uma amostra, por isso são necessários testes para verificar se o modelo preditivo representa toda a população. Os testes podem assumir uma ou duas formas básicas: um teste da variação explicada (coeficiente de determinação) e um teste de coeficientes.

a) Teste de significância do modelo global: o coeficiente de determinação

Para testar a hipótese de que a quantia de variação explicada pelo modelo de regressão é maior que a variação explicada pela média (isto é, R^2 maior que zero e o coeficiente de determinação múltipla na população, R^2_{pop} é zero, e assim não existe ao menos uma variável independente que possui o coeficiente de regressão parcial diferente de zero), a razão F com k e $(n - k - 1)$ graus de liberdade é utilizada por meio da equação (7). Considerando os valores contidos na Tabela 1, obteve-se o valor de F_{cal} .

$$F = \frac{\frac{SQ_{reg}}{k_{reg}}}{\frac{SQ_y}{k_{res}}} = \frac{\frac{SQ_{reg}}{k_{reg}}}{\frac{SQ_y}{(n - k - 1)}} = \frac{\frac{63,562}{17}}{\frac{4}{(209 - 17 - 1)}} = 178,534 \quad (7)$$

O valor de $F_{cal} = 178,523$ (SPSS). O valor para o F_{tab} foi 1,63. Como F_{cal} é maior que F_{tab} , rejeita-se H_0 . Conclui-se que existe uma variação na variável dependente sendo explicada por uma ou mais variáveis independentes. Em outras palavras, existe ao menos um item que influencia na variação do índice de qualidade de serviço.

b) Teste de significância para a constante e para coeficientes de regressão parcial

Os testes podem ser feitos utilizando o teste da estatística t , de acordo com a seguinte hipótese: $H_0: b_i = 0; 0 \leq i \leq k$, quando i igual a zero equivale a constante da equação, e com i variando entre 1 e k , são os coeficientes de regressão parcial.

Dado que $t_{cal} = \frac{0,215}{0,129} = 1,667$ e t_{tab} é 1,96 (tabela de distribuição de t com $n - k - 1$ graus de liberdade e 5% de significância bicaudal), aceitou-se a Hipótese Nula (t_{cal} é menor que t_{tab}). Ou seja, a constante encontrada não era significativa para o modelo.

Aplicou-se o teste t aos dezessete itens e, como para todos os itens os t_{cal} foram maiores que t_{tab} , a Hipótese Nula foi rejeitada para todos os itens. Ou seja, tais itens são significativos e influenciam na variação do índice de qualidade de serviço.

3.2.9 Exame dos resíduos

Segundo Malhotra (2006), “um resíduo é a diferença entre o valor observado de Y_i e o valor previsto pela equação de regressão”. A análise dos resíduos consiste em uma etapa essencial para verificar se as suposições da análise de regressão foram atendidas. Antes do exame dos resíduos, não se pode afirmar que os erros na previsão são um resultado de uma ausência real de relação entre variáveis, ou se eles são causados por algumas características dos dados não acomodados pelo modelo encontrado (HAIR *et al.*, 2006). Determinadas características devem ser identificadas:

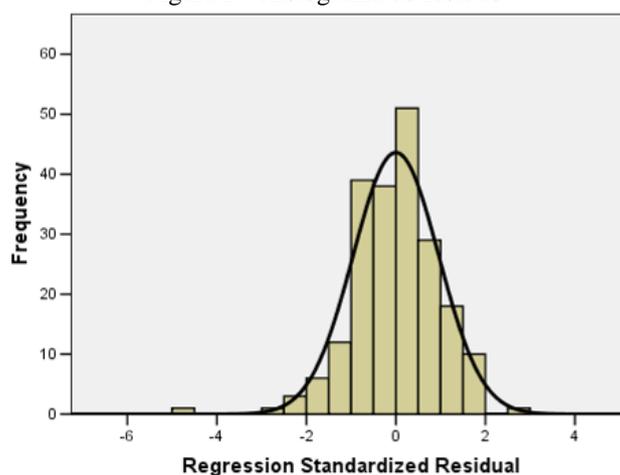
a) Linearidade do fenômeno

Todos os gráficos de regressões parciais mostraram um padrão linear e comprovam a suposição da existência de linearidade entre cada variável independente e a variável dependente (por restrição de espaço, os 17 gráficos não foram apresentados).

b) Normalidade da distribuição dos termos de erro

Por se tratar de uma pesquisa que envolve o grau de percepção dos clientes, é possível que ocorram pequenas divergências entre as respostas dos diferentes respondentes. Por isso, considera-se que para o estudo em questão o histograma aproxima-se a uma distribuição normal (Figura 1).

Figura 1 - Histograma do resíduo.

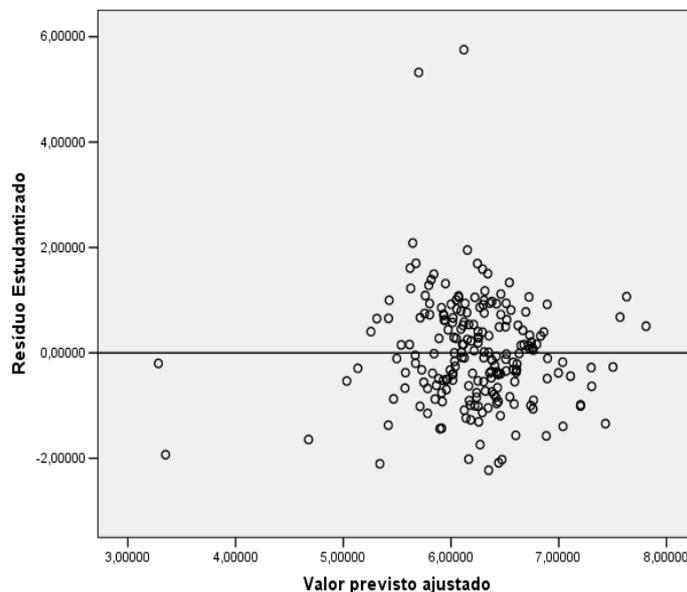


c) Variância constante do termo do erro

A suposição da variância do termo do erro constante foi comprovada com o gráfico de resíduos estudentizados versus os valores previstos para o índice de qualidade

de serviço. A Figura 2 mostra o gráfico dos resíduos versus valores previstos para os *IQS* e a comparação com o gráfico nulo. Desta forma, conclui-se que os resíduos ocorrem aleatoriamente com dispersão aproximadamente em torno de zero.

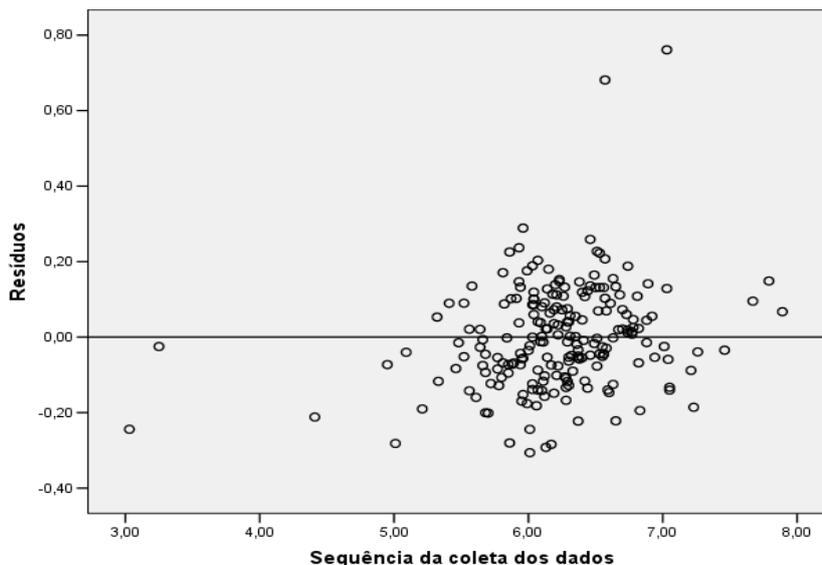
Figura 2 - Resíduos versus valores previstos.



d) Independência dos termos de erro

A Figura 3 mostra o gráfico dos resíduos versus sequência dos respondentes e a comparação com o gráfico nulo. Os resíduos possuem comportamento aleatório com dispersão em torno de zero, mostrando que os termos de erro são não correlacionados.

Figura 3 - Resíduos versus sequência de dados.



3.10 Comparação entre os dois estudos

A Tabela 2 apresenta a ordenação dos valores dos coeficientes de regressão parcial. Esses coeficientes permitem identificar os itens (variáveis) que mais influenciam no Índice da Qualidade do Serviço (*IQS*) calculado por meio da captação do Grau de Satisfação dos passageiros, ou seja, itens considerados mais importantes na constituição desse índice. Essa mesma tabela apresenta a ordenação dos itens segundo o Grau de Importância Médio obtido por meio da Análise Importância-Satisfação.

Nota-se que os itens mais importantes e os itens menos importantes estão presentes em ambas ordenações. Além disso, predominantemente tais itens são aderentes aos itens mais críticos segundo a Análise Importância-Satisfação (itens pertencentes aos quadrantes “Concentrar Aqui” e “Manter o Bom Trabalho”) e também aos menos críticos (itens pertencentes aos quadrantes “Possível Excesso” e “Baixa Prioridade”). É importante ressaltar também que caso haja uma melhora na prestação do serviço em um determinado item e este item é significativamente correlacionado com outro, é possível que o índice da qualidade do serviço seja aprimorado.

Tabela 2 – Importância dos itens (variáveis).

Itens	Grau de Importância Médio	Grau de Importância Médio (relativo)	Itens	Coef. de correlação parcial (b_i)
I ₄	9,4	0,078	I ₁₀	0,086
I ₂	9,1	0,075	I ₂	0,085
I ₈	8,9	0,074	I ₄	0,083
I ₁₀	8,9	0,074	I ₁₂	0,077
I ₇	8,5	0,070	I ₈	0,073
I ₁₂	8,2	0,068	I ₅	0,068
I ₁₇	8,1	0,067	I ₁₇	0,068
I ₁	7,8	0,065	I ₁	0,062
I ₅	7,0	0,058	I ₁₄	0,054
I ₉	6,9	0,057	I ₁₅	0,052
I ₁₁	6,9	0,057	I ₇	0,051
I ₁₃	6,3	0,052	I ₉	0,051
I ₁₄	6,2	0,051	I ₁₃	0,047
I ₁₅	5,9	0,049	I ₆	0,044
I ₆	5,7	0,047	I ₁₁	0,038
I ₃	3,9	0,032	I ₃	0,031
I ₁₆	3,1	0,026	I ₁₆	0,018

Fonte: Autores

5. Considerações Finais

O transporte rodoviário de passageiros é fundamental para um país, principalmente quando este possui dimensões continentais, como o Brasil. Nestas circunstâncias, o transporte rodoviário de passageiros é um elemento essencial em uma problemática ainda maior, denominada Matriz de Transportes, o que revela a necessidade da realização de estudos que busquem avaliação e análise do mesmo.

Desejando contribuir para o problema em questão, neste artigo buscou-se construir um modelo de regressão linear múltipla que represente a qualidade de serviço no transporte público segundo a percepção dos passageiros em função dos aspectos presentes na prestação do serviço. Por meio de um estudo, foi possível identificar os itens mais importantes para aumento do índice de qualidade, a partir dos graus de satisfação dos usuários. Em especial, esses resultados foram compatíveis com os resultados obtidos em estudo anterior. Além disso, testes de significância revelaram que o modelo estimado atende as suposições inerentes ao modelo de regressão múltipla.

É importante ressaltar que os resultados se referem a um estudo realizado em um período específico, a partir da coleta da opinião dos passageiros de uma única empresa de ônibus, em um trecho específico. Por estas razões, os resultados não podem ser generalizados para outras situações. Entretanto, os resultados podem ser explorados pelos gestores e proprietários da empresa de ônibus pesquisada.

A discussão do problema de avaliação do transporte rodoviário de passageiros por ônibus é amplo e diversificado. A continuidade deste estudo está direcionada ao emprego de outras técnicas estatísticas multivariadas (análise de fator, análise discriminante e análise de cluster) que ainda não puderam ser exploradas com os dados coletados. Busca-se, com essa vertente, aumentar a compreensão do problema estudado e o relacionamento das variáveis consideradas.

Referências

ABRATI. Pesquisa quantitativa sobre a satisfação dos usuários dos transportes rodoviários em linhas intermunicipais, interestaduais e internacionais. Pesquisa encomendada à VoxPopuli. 79p. (Disponível em: http://www.abrati.org.br/uploads/arquivos/126-Relatorio_Abrati.pdf). 2010. Acesso em 20/05/2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Pesquisa de avaliação da satisfação dos usuários dos serviços das empresas de transporte terrestre: relatório de transporte rodoviário de passageiros. Relatório encomendado à Datamétrica Consultoria Pesquisa e Telemarketing. Recife, 76p. (Disponível em: http://www.antt.gov.br/ouvidoria/pesquisa_satisfacao/relatorios.asp). 2005. Acesso em 05/04/2011.

BRASIL. Lei nº 8987, de 13 de fevereiro de 1995. Que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no Art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. 1995.

BRASIL Decreto nº 2521, de 20 de março de 1998. Sobre a exploração mediante permissão e autorização de serviços de transporte rodoviário dual e internacional de passageiros e dá outras providências. 1998.

FERRAZ, A. C. P; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. São Carlos: Rima. 2001.

FREITAS, A. L. P. A qualidade em serviços no contexto da competitividade. **Produção on-line**[on-line]. Edição 1, v.5, Florianópolis: ABEPRO, março 2005.

FREITAS, A. L. P.; REIS FILHO, C. A. C.; RODRIGUES, F. R., Avaliação da qualidade do transporte rodoviário intermunicipal de passageiros: uma abordagem exploratória. **Transportes**, v. 19, 49-61, 2011.

FREITAS, A. L. P. Assessing the quality of intercity road transportation of passengers: An exploratory study in Brazil. **Transportation Research Part A**. v. 49, 379–392, 2013.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R. E.; BLACK, W.C.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Estimativas populacionais para os municípios brasileiros. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. 2011. Acesso em 17/09/2011.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARTILLA, J. A.; JAMES, J. C. Importance-performance analysis. **Journal of Marketing**, v. 41, n. 1, p. 77–79, 1977.

MEDEIROS, F. S.; NODARI, C. T. Identificação e análise de atributos para compor indicadores de desempenho para o transporte rodoviário interestadual de passageiros. **Revista ANTT**. 3(1): 12p. 2011.

PARASURAMAN, A., GREWAL, D., KRISHNAN, R. **Marketing Research**. Houghton Mifflin Company, pp. 643. 2004.

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS). Version 18.0. [Computer program]. Chicago: SPSS Inc.; 2012.

MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS TO IDENTIFY THE RELEVANT FACTORS IN THE QUALITY OF INTERCITY ROAD TRANSPORTATION OF PASSENGERS

Abstract

In recent years, the road transportation of passengers system is facing a growing competition with other forms of transport. In this scenario of increasing competitiveness, it is extremely important to seek quality improvement in the provision of public transportation service. One of the main ways to act in the process of quality improvement is to quantitatively identify the factors that influence service provision. In order to contribute to the analysis of this problem, this paper proposes a multiple linear regression model that represents the relationship between the quality of intercity road transportation of passengers and the user satisfaction degree concerning a set of relevant criteria. In addition, we intend to report the associations between variables/criteria and to identify the most important criteria for improving the quality of services.

Key-words: *Service Quality, Public Transportation, Multiple Regression.*