



Evandro Luiz Mendes

**Uma Metodologia para Avaliação da
Satisfação do Consumidor com os
Serviços Prestados pelas Distribuidoras
de Energia Elétrica**

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Reinaldo Castro Souza
Co-Orientador: Prof. Tufi Machado Soares

Rio de Janeiro
Dezembro de 2006



Evandro Luiz Mendes

**Uma Metodologia para Avaliação da
Satisfação do Consumidor com os
Serviços Prestados pelas Distribuidoras
de Energia Elétrica**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Dr. Reinaldo Castro Souza
Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC/Rio

Dr. Tufi Machado Soares
Co-Orientador
UFJF

Dr. Francisco Creso Junqueira Franco Junior
Departamento de Educação – PUC-Rio

Dr. João Carlos de Oliveira Aires
UGF

Dr. Lucio Guido Tapia Carpio
UFRJ

Dr. José Francisco Moreira Pessanha
CEPEL

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico – PUC0Rio

Rio de Janeiro, 15 de dezembro de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Evandro Luiz Mendes

Graduou-se em Matemática (Licenciatura), 1990 pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Especialista em Gestão Estratégica em Finanças, 1998 pela Grupo PRISMA - Fac. de Adm. Machado Sobrinho - Juiz de Fora. Especialista em Métodos Estatísticos Computacionais, 1999 pela UFJF. Mestre em Eng. Elétrica - Métodos de Apoio à Decisão, 2002 pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio. Suas pesquisas de interesse incluem variáveis latentes, áreas de previsão, análise estatística multivariada e sistemas inteligentes aplicados à previsão e controle.

Ficha Catalográfica

Mendes, Evandro Luiz

Uma metodologia para avaliação da satisfação do consumidor com os serviços prestados pelas distribuidoras de energia elétrica / Evandro Luiz Mendes ; orientador: Reinaldo Castro Souza ; co-orientador: Tufi Machado Soares. – 2006.

148 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Satisfação do consumidor. 3. Modelos de equações estruturais. 4. Teoria da resposta ao item. 5. Escores de variáveis latentes. I. Souza, Reinaldo Castro. II. Soares, Tufi Machado. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDD: 621.3

Agradecimentos

A DEUS, por tudo.

Ao meu orientador, Prof. Reinaldo Castro Souza, pelo apoio, amizade e oportunidades oferecidas desde o mestrado.

Ao meu co-orientador e amigo, Prof. Tufi Machado Soares, pelas contribuições e dedicação a esta tese.

Aos professores do DEE da PUC, pelas aulas ministradas, e às secretárias Alcina, Marcia e Ana, pela notável equipe que formam.

Aos professores da banca, pelas críticas e sugestões ao trabalho, especialmente ao Plutarcho (CEPEL), pelo apoio, amizade e contribuições ao texto.

A todos os amigos da PUC-Rio, especialmente a Zanini, Macrini, Felipão e Ana Paiva.

A todos os amigos da GMC/ONS, pela paciência e apoio, especialmente à Mirtis, pelas contribuições ao texto.

À CAPES, pela bolsa de doutorado, sem a qual este trabalho não poderia ter sido realizado.

A toda minha família, especialmente aos meus pais Hélio e Janete, pelo apoio e torcida.

E principalmente à minha esposa e filha, Valeria e Sophia, a quem dedico este trabalho.

Resumo

Mendes, Evandro Luiz; Souza, Reinaldo Castro (Orientador). **Uma metodologia para avaliação da satisfação do consumidor com os serviços prestados pelas distribuidoras de energia elétrica.** Rio de Janeiro, 2006. 148p. Tese de Doutorado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta algumas contribuições ao estudo da estimação da satisfação do consumidor. As contribuições originais são: a) uma resenha abrangente sobre os métodos de estimação da satisfação, principalmente sobre os baseados em Modelos de Equações Estruturais, categorizados em: modelos baseados em estruturas de covariâncias (MEC) e modelos baseados em mínimos quadrados parciais (MQP); b) uma análise comparativa dos métodos de estimação de escores dos modelos MEC e MQP, através da quantidade de informação dos escores estimados em relação aos verdadeiros, com base no modelo de Satisfação do Consumidor da ANEEL (IASC); c) um modelo alternativo unidimensional para o IASC baseado no modelo de Respostas Graduadas de Samejima, da Teoria da Resposta ao Item (TRI).

Sobre a análise comparativa dos métodos de estimação de escores, verificou-se que o MQP estimou escores com maior precisão principalmente quando as relações do modelo foram, em módulo, mais fracas; ao contrário do MEC que se destacou quando as relações do modelo foram mais fortes. Sobre o modelo baseado na TRI, algumas vantagens foram observadas em relação aos Modelos de Equações Estruturais, principalmente no que tange à análise individual e comparativa dos itens da pesquisa. Por último, constatou-se que ambas as metodologias são relevantes para o IASC e por isso deveriam ser aplicadas em conjunto para orientar as ações dos gestores e os investimentos para a melhoria dos serviços prestados pelas distribuidoras.

Palavras-chave

Satisfação do Consumidor, Modelos de Equações Estruturais, Teoria da Resposta ao Item, Escores de Variáveis Latentes.

Abstract

Mendes, Evandro Luiz; Souza, Reinaldo Castro (Advisor). **A methodology for evaluating the customer satisfaction with the utilities services**. Rio de Janeiro, 2006. 148p. PhD. Thesis – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work presents a study of statistical models used for estimation of the customer satisfaction. The main contributions are: a) a general description about the estimation methods of the customer satisfaction, mainly about the methods based on Structural Equation Models, grouped by: CSM (Covariance Structure Model) and PLS (Partial Least Square); b) a comparison between the estimation methods of the LISREL (*Linear Structural Relations*) and PLS with base on information function between the estimated scores and the true ones. The used model was the Brazilian Customer Satisfaction Index for Electric Energy (IASC) of the ANEEL (Brazilian Electricity Regulatory Agency); c) an alternative unidimensional model for the IASC based on the Samejima's Model for Graded Response of the Item Response Theory (IRT).

About the comparative analysis of the scores estimation methods, the PLS was better than LISREL if the latent variables relations were weak, in module. In opposite, LISREL was the best when the latent variables relations were stronger. However, this analysis was based on simulated data and it was necessary to consider some conditions to guarantee validity, estimation convergence and good fit of the models. About the proposed model based on IRT, many benefits were observed if compared with Structural Equation Models, mainly with regard to survey item analysis. Finally, it was observed that both methodologies are important to improve IASC methodology, so they have to be used together to guide the manager actions and the investments to improve utilities services for the customers.

Keywords

Customer Satisfaction, Structural Equation Models, Item Response Theory, Latent Variables Scores.

Sumário

1	Introdução.....	11
2	Considerações Iniciais Sobre Satisfação do Consumidor	15
2.1	Introdução.....	15
2.2	Satisfação e Comportamento do Consumidor	15
2.3	Satisfação do Consumidor no Setor Elétrico Brasileiro	20
2.4	Métodos de Avaliação da Satisfação do Consumidor	22
2.4.1	O Índice Norte-Americano de Satisfação do Consumidor (ACSI)	26
2.4.1.1	O Modelo do ACSI.....	27
2.4.1.2	A Metodologia de Avaliação do ACSI.....	29
2.4.1.3	Escalas das Variáveis Observadas e Estimação do Modelo	30
2.4.1.4	O Emprego do ACSI nos Estudos com Dados de Corte e Longitudinais .	34
2.4.2	O Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor (IASC)	34
2.4.2.1	A Metodologia do IASC.....	36
3	Modelos de Equações Estruturais Aplicados na Estimação da Satisfação do Consumidor	42
3.1	Introdução.....	42
3.2	Efeitos dos Erros de Medidas	43
3.3	Aspectos Gerais dos Modelos CSM e PLS	45
3.4	Estimação e Inferência Paramétrica nos Modelos CSM e PLS.....	50
3.5	Critérios de Escolha Quanto aos Modelos CSM e PLS para Estimar a Satisfação do Consumidor	54
4	Modelos de Equações Estruturais.....	58
4.1	Introdução.....	58
4.2	Análise Estrutural de Matrizes de Covariância e de Correlação	59
4.2.1	O Modelo Geral	59
4.2.1.1	Identificação	60
4.2.1.2	Estimação	61
4.2.1.3	Validação	63
4.2.2	Modelos de Equações Estruturais.....	64
4.2.2.1	Identificação	66
4.2.2.2	Regras de Identificação	67
4.2.2.2.1	Regra-t.....	68
4.2.2.2.2	Regra $B = 0$ (nulo).....	68
4.2.2.2.3	Regra Recursiva.....	69
4.2.2.2.4	Condições de Posto e de Ordem.....	69
4.2.2.2.5	Regra dos Três Indicadores	70
4.2.2.2.6	Regra dos Dois Indicadores.....	72
4.2.2.3	Estimação	72
4.2.2.4	Validação	74
4.3	Escores de Variáveis Latentes	78
4.3.1	Escores de Fatores	78
4.3.2	Escores de Variáveis Latentes dos Modelos CSM	80

4.4 Modelos de Equações Estruturais Baseados no PLS.....	83
4.4.1 Estimção	85
4.4.1.1 Padronização das variáveis observadas	86
4.4.1.2 Estimção das Variáveis Latentes	87
4.4.1.2.1 Estimção Externa Y_j das Variáveis Latentes Padronizadas ($\xi_j - m_j$)....	88
4.4.1.2.2 Estimção Interna Z_j das Variáveis Latentes Padronizadas ($\xi_j - m_j$)	89
4.4.1.2.3 Estimção dos Pesos w_{jh} 's	90
4.4.1.2.4 Estimção das Equações Estruturais.....	91
4.4.2 Validação	91
5 Análise dos Escores da Satisfação do Consumidor – Uma Comparação entre as Metodologias de Jöreskog e do PLS	94
5.1 Introdução.....	94
5.2 O Modelo de Avaliação.....	95
5.3 A Metodologia de Simulação	101
5.4 As Simulações	106
5.4.1 Resultados da Simulação 1	107
5.4.2 Resultados da Simulação 2	110
5.4.3 Resultados da Simulação 3	111
5.4.4 Resultados da Simulação 4	113
5.5 Conclusão	114
6 Um Modelo para a Satisfação do Consumidor Baseado na Teoria de Resposta ao Item.....	117
6.1 Introdução.....	117
6.2 A Teoria de Resposta ao Item.....	117
6.3 Aplicação do Modelo de Respostas Graduadas.....	121
6.4 Conclusão	128
7 Considerações Finais	136
Referências bibliográficas	138
Anexo	144

Lista de figuras

Figura 2.1 – O Modelo do ACSI	27
Figura 2.2 – Modelo do IASC (Ano: 2003)	38
Figura 2.3 – Escala de Avaliação da Qualidade Percebida	39
Figura 2.4 – Escala de Avaliação do Valor Percebido	40
Figura 2.5 – Escala de Avaliação dos Indicadores da Satisfação	40
Figura 2.6 – Escala de Avaliação da Confiança	41
Figura 2.7 – Escala de Avaliação da Fidelidade	41
Figura 3.1 – Modelo de Equações Estruturais do Tipo não-Recursivo.	46
Figura 3.2 – Modelo de Equações Estruturais do Tipo Recursivo	47
Figura 3.3 – Modelo Ilustrativo da Satisfação	53
Figura 5.1 – O Modelo do IASC	96
Figura 5.2 – O Modelo de Avaliação	97
Figura 6.1 – Curva Característica do Item – Modelo de 2 Parâmetros	120
Figura 6.2 – Curva Característica do Item - Modelo de Resposta Gradual	120
Figura 6.3 – Curva Característica do Item: Detalhamento das Contas	131
Figura 6.4 – Curva Característica do Item: Custo/Benefício	131
Figura 6.5 – Curva Característica do Item: Satisfação Global	132
Figura 6.6 – Curva Característica do Item: Empresa é Confiável	132
Figura 6.7 – Curva de Informação da Pesquisa	132
Figura 6.8 – Curva de Informação dos Itens de Informação ao Cliente	133
Figura 6.9 – Curva de Informação dos Itens de Acesso à Empresa	133
Figura 6.10 – Curva de Informação dos Itens da Confiança na Empresa	133
Figura 6.11 – Curva de Informação dos Itens Valor / Satisfação / Confiabilidade	134
Figura 6.12 – Modelo do IASC Estimado Através do LISREL	134

Lista de tabelas

Tabela 2.1 – Quantidade de Entrevistas	37
Tabela 3.1 – Parâmetros Estimados do Modelo (Valores Padronizados)	53
Tabela 3.2 – Características dos Modelos CSM e PLS	57
Tabela 4.1 – Condições para Padronização das Variáveis Observadas	87
Tabela 5.1 – Teste ANOVA – Simulação 1	108
Tabela 5.2 – Teste ANOVA – Simulação 2	110
Tabela 5.3 – Teste ANOVA – Simulação 3	112
Tabela 5.4 – Teste ANOVA – Simulação 4	113
Tabela 5.5 – Comparação dos escores (PLS x Jöreskog com ML)	116
Tabela 6.1 – Descrição dos Dados do Questionário do IASC	121
Tabela 6.2 – Descritivas da Amostra de Dados do IASC	122
Tabela 6.3 – Resultados da Análise Fatorial – % da Variância Explicada	123
Tabela 6.4 – Resultados da Análise Fatorial – Composição e Carga dos Fatores	124
Tabela 6.5 – Valores para a Correlação Polisserial	125
Tabela 6.6 – Parâmetros dos Itens	130
Tabela 6.7 – Descritivas dos Escores da Satisfação do Consumidor	130
Tabela 6.8 – Distribuição dos Escores da Satisfação do Consumidor	131
Tabela 6.9 – Estimativas dos Parâmetros Estruturais	135