Monitoramento da Satisfação dos Consumidores Residenciais

R. C. Souza, A. Zanini & L. F. M. do Amaral - PUC-Rio

***Resumo*-Este trabalho tem o objetivo de apresentar um modelo para monitorar a satisfação dos consumidores residenciais da AMPLA. Com este fim, utilizou-se pesquisas de mercado na forma de *traking waves*. Atenta-se que foram realizadas 4 "ondas" realizadas em períodos correspondentes às 4 estações (verão, outono, inverno e primavera). A partir dos dados obtidos, várias análises estatísticas foram feitas para identificar o perfil dos clientes da AMPLA segundo seu nível de satisfação. Fez-se também a estimação do Índice Aneel de Satisfação do Consumidor (IASC). A modelagem se deu através de equações estruturais utilizando os conceitos de variáveis latentes ou não observadas. O cálculo foi feito para dados obtidos com a segunda, terceira e quarta ondas. Ao final dos trabalhos foi possível delinear o perfil dos clientes bem como estimar seu índice de satisfação para períodos diferentes do ano.**

***Palavras-chave*—pesquisa de mercado, identificação de perfil, análise de correspondência, índice de satisfação do consumidor.**

I. INTRODUÇÃO

O monitoramento e avaliação da satisfação dos consumidores residenciais da AMPLA se deu através da realização de 4 pesquisas de mercado (*tracking waves*). Para o levantamento dos dados da primeira, segunda, terceira e quarta "Ondas" do projeto, foram realizadas entrevistas pessoais, utilizando-se do método descritivo para obtenção das informações relativas à pesquisa quantitativa. O questionário de pesquisa pode ser dividido em:

•Primeira parte: Identificação e características.

•Segunda parte: Satisfação do consumidor, tida como objeto de fator importante dentro da pesquisa. Este tópico avalia a satisfação do entrevistado no que se refere à qualidade percebida, valor, fidelidade, confiança na empresa, e ainda um item que analisa o grau de conhecimento dos consumidores da AMPLA perante aos seus direitos e deveres.

•Terceira parte: Posses e hábitos de consumo.

Salienta-se que as pesquisas foram feitas no segmento residencial. Em cada pesquisa foram amostrados 500 municípios e/ou bairros definidos por estratificação utilizando Redes Neurais Artificiais [1] a partir dos dados de consumo médio disponibilizado por 7 faixas de consumo: 0 a 50, 51 a 100, 101 a 150, 151 a 200, 201 a 300, 301 a 500, e acima de 500 (valores em kWh). No quadro 01 a seguir podem ser visualizadas mais algumas características das pesquisas.

QUADRO 01
CARACTERÍSTICAS DAS PESQUISAS

Ondas	Mês de realização	Estação do ano	Municípios pesquisados
1	Fevereiro	Verão	Araruama, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, Duas Barras, Itaboraí, Niterói, Petrópolis, Resende, Santa Maria Madalena, Santo Antônio de Pádua, São Gonçalo, Saquarema e Teresópolis
2	Maio	Outono	Angra dos Reis, Araruama, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Conceição de Macabú, Itaboraí, Itatiaia, Macaé, Niterói, Petrópolis, São Fidélis, São Gonçalo, São Pedro da Aldeia, Trajano de Moraes e Tanguá
3	Agosto	Inverno	Arraial do Cabo, Bom Jardim, Búzios, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Duque de Caxias, Itaboraí, Mangaratiba, Niterói, Paraty, Petrópolis, Porto Real, Rezende, São Gonçalo e São Francisco de Itabapoana
4	Novembro	Primavera	Campos, Cassimiro de Abreu, Duque de Caxias, Iguaba Grande, Itaboraí, Itaocara, Macaé, Magé, Niterói, Petrópolis, São Gonçalo e São João da Barra, Silva Jardim, Teresópolis e Trajano de Moraes

Uma breve descrição da metodologia utilizada para definir o perfil dos clientes segundo nível de satisfação pode ser verificada na próxima seção. Na seção III pode ser visualizado o cálculo do IASC. Já na seção IV encontram-se as conclusões.

[1] Este trabalho foi desenvolvido no âmbito de projeto P&D entre a AMPLA e a Fundação Padre Leonel Franca (FPLF) da PUC-Rio, ciclo 2003.

R. C. Souza é Professor do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio. (e-mail: reinaldo@ele.puc-rio.br).

A. Zanini é Economista e Doutor em Métodos de Apoio à Decisão pela PUC-Rio. É pesquisador do IEPUC (Instituto de Energia da PUC-Rio). (e-mail: azanini@ele.puc-rio.br).

L. F. M do Amaral é Economista e Doutorando da Área de Métodos de Apoio à Decisão do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio. (e-mail: lfelipe@ele.puc-rio.br).

II. PERFIL DOS CLIENTES SEGUNDO A SATISFAÇÃO GLOBAL

A. Variáveis Utilizadas

Com base no histograma (figura 01) da variável satisfação global[2] foram criados 3 grupos (categorias) de clientes:

- Grupo Bom (GB): indivíduos que deram notas 9 e 10 para a AMPLA;
- Grupo Médio (GM): indivíduos que deram notas 7 e 8;
- Grupo Ruim (GR): indivíduos que deram notas abaixo

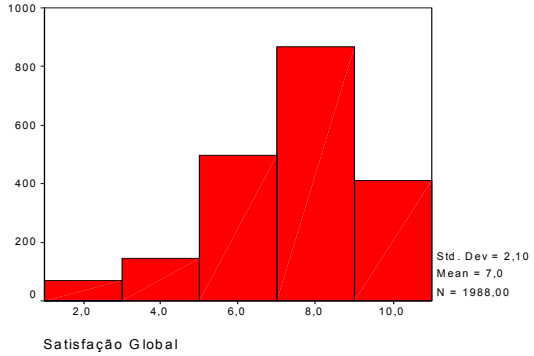

Figura 01: Histograma de satisfação global

No quadro 02 a seguir, pode-se visualizar a distribuição dos clientes dentre os grupos supracitados.

QUADRO 02
DISTRIBUIÇÃO DOS CLIENTES NOS GRUPOS

	Satisfação Global	
	Casos	%
Grupo Bom	409	20,6%
Grupo Médio	869	43,7%
Grupo Ruim	710	35,7%
Total	1988	100,0%

Definidos estes grupos, procurou-se caracterizar cada um deles descrevendo-se os "padrões" encontrados. A técnica escolhida foi a de classificação de padrões através do cruzamento entre variáveis (utilizando testes estatísticos de associação). Para este fim foram utilizadas as seguintes variáveis:

o **Faixa de consumo** (3 categorias): 0 a 150 kWh; 151 a 300 kWh; > 300 kWh.

o **Localização geográfica** (6 categorias): Niterói; São Gonçalo; Região dos Lagos; Região Serrana; Região de Campos; Outras.

o **Tipo de domicílio** (3 categorias): Apartamento, Casa, Outros.

o **Proximidade da favela** (4 categorias): Sim, Não, Na favela, NS/NR

o **Classe social** (3 categorias): A + B; C; D + E.

o **Falta de energia nos últimos 15 dias** (3 categorias): Sim, Não, NS/NR.

o **Conscientização para Direitos e Deveres do consumidor**: 11 questionamentos com 3 possibilidades de respostas (categorias): Verdadeiro (V), Falso (F) e Não Sabe/Não Respondeu (NS/NR).

o **Posses** (apenas descritivo).

A metodologia utilizada para testar a associação entre as variáveis denomina-se ANACOR (Análise de Correspondência) [2] e [3].

B. Conceituação Básica de Análise de Correspondência

A Análise de Correspondência (ANACOR) consiste numa extensão do teste de Pearson [2]. A análise permite não só testar a associação entre variáveis, mas também verificar quais categorias das variáveis são associadas e o sentido da associação.

A ANACOR pode ser aplicada sobre Tabelas de Contingência Bi-dimensionais. Isto é, supondo que N é o total de observações, havendo duas variáveis qualitativas (portanto bidimensional) sendo 1 variável com ℓ categorias e a outra com c categorias, tem-se a seguinte representação da tabela de contingência (figura 02):

		Colunas (var 2)				
		1	2	...	C	Total
Linhas (var 1)	1	n	n_{12}	...	n_{1C}	$n_{1\bullet}$
	2	n	n_{22}	...	n_{2C}	$n_{2\bullet}$ totais marginais
	..	..	...	...	...	...
	ℓ	n	$n_{\ell 2}$	...	$n_{\ell C}$	$n_{\ell\bullet}$
	Total		$n_{\bullet 1}$	$n_{\bullet 2}$ ...	$n_{\bullet C}$	$n_{\bullet\bullet} = N$
			Totais marginais			

Figura 02: Exemplo de tabela bi-dimensional ℓ x c

Onde:

n_{ij} = freqüência observada (ou contagem) da categoria i da variável de linha e da categoria j da variável de coluna (célula ij)

$$n_{i\bullet} = n_{i1} + n_{i2} + \ldots + n_{ic} = \sum_{j=1}^{c} n_{ij}$$

$$n_{\bullet j} = n_{1j} + n_{2j} + \ldots + n_{\ell j} = \sum_{i=1}^{\ell} n_{ij}$$

$$N = n_{\bullet\bullet} = \sum_{i=1}^{\ell} \sum_{j=1}^{c} n_{ij} = \sum_{i=1}^{\ell} n_{i\bullet} = \sum_{j=1}^{c} n_{\bullet j}$$

C. Classificações Independentes: Independência x Associação

Supondo: P_{ij} ⇨ probabilidade de que uma observação retirada da população seja da i-ésima categoria da variável de linha e da j-ésima categoria da variável de coluna

F_{ij} ⇨ freqüência esperada na célula ij da tabela ao se observar N casos.

Então: $F_{ij} = N.P_{ij}$

(lembrando que $F_{ij} = E(n_{ij})$)

[2] Salienta-se que a satisfação global não é o IASC. Ela é apenas uma das cerca de 30 variáveis utilizadas no cálculo do índice.

Supondo: $P_{i\bullet}$ ⇨ probabilidade, na população, de uma observação pertencer à categoria i da variável de linha, e

$P_{\bullet j}$ ⇨ probabilidade, na população, de uma observação pertencer à categoria j da variável de coluna.

Independência significa: $P_{ij} = P_{i\bullet}P_{\bullet j}$

Então: $F_{ij} = NP_{i\bullet}P_{\bullet j}$

Estes valores de probabilidades populacionais são desconhecidos. Pode-se, no entanto, estimar estas probabilidades; a partir dos totais marginais observados:

$$\hat{P}_{i\bullet} = \frac{n_{i\bullet}}{N} \quad ; \quad \hat{P}_{\bullet j} = \frac{n_{\bullet j}}{N}$$

que são os estimadores de máxima verossimilhança.

Então: $\boldsymbol{E_{ij} = N\hat{P}_{i\bullet}\hat{P}_{\bullet j}}$

$$\boldsymbol{E_{ij} = N\frac{n_{i\bullet}}{N}\frac{n_{\bullet j}}{N} = \frac{n_{i\bullet}n_{\bullet j}}{N}}$$

onde E_{ij} = valor esperado (estimado) na célula ij se as duas variáveis são independentes e $\boldsymbol{n_{ij} =}$ valor observado. As diferenças entre n_{ij} e E_{ij}, portanto, devem ser devidas apenas ao acaso, caso as 2 variáveis sejam independentes. Qualquer teste de independência entre as 2 variáveis deve se basear nas diferenças entre n_{ij} e E_{ij}.

D. O Teste Qui-Quadrado

É necessário verificar a "verdade" da hipótese:

$$H_0 : P_{ij} = P_{i\bullet}P_{\bullet j}$$

Pearson (1904) sugeriu uma estatística de teste baseada nas diferenças entre os valores observados $\left(n_{ij}\right)$ e os valores estimados $\left(E_{ij}\right)$ das freqüências, esperadas quando H_0 for verdade. A estatística de teste para independência entre as 2 variáveis é:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{\ell}\sum_{j=1}^{c}\frac{\left(n_{ij} - E_{ij}\right)^2}{E_{ij}}$$

Sob H_0, prova-se que se as freqüências observadas $\left(n_{ij}\right)$ têm uma distribuição multinomial e se as freqüências esperadas estimadas $\left(E_{ij}\right)$ não são pequenas então χ^2 tem uma distribuição aproximadamente QUI-QUADRADO.

E. Procedimento Gráfico para Análise de Tabelas de Contingência: Análise de Correspondência

A estatística χ^2 pode indicar que existe uma correlação entre as variáveis sem, no entanto, fornecer uma visão clara da natureza da relação estatística.

Para se produzir informação que seja relevante, existem procedimentos que fornecem gráficos construídos em espaço multidimensional.

Em linhas gerais, o procedimento calcula *scores* para as linhas e colunas e produz gráficos baseados nestes valores. As categorias que são similares aparecem próximas umas das outras. Desta forma é fácil identificar quais as categorias de uma variável que são similares ou quais categorias das duas variáveis estão relacionadas estatisticamente.

Analisando categorias da mesma variável, está se verificando se existem similaridades. Já ao analisar categorias de variáveis diferentes, está se verificando se existe associação entre as categorias das variáveis.

Este procedimento foi utilizado para analisar a associação entre as variáveis especificadas na seção II (analisou-se também a associação entre as categorias).

F. Resultados da ANACOR

No quadro 03 e figura 03 a seguir pode ser visualizado o resultado da análise para a variável faixa de consumo. As células em destaque indicam onde se encontrou associação entre as categorias[3]. Na figura 03 vê-se que as categorias associadas aparecem próximas no espaço. Esta mesma análise foi realizada para as demais variáveis fazendo-se uma síntese dos resultados no quadro 04.

QUADRO 03
PADRÃO SEGUNDO FAIXA DE CONSUMO

		Classe de consumo (kWh)			
		Faixa 1:0-150	Faixa 2: 151-300	Faixa 3: >301	Total
Satisfação Global	Grupo Bom	254	103	52	409
		62,1%	25,2%	12,7%	100,0%
	Grupo Médio	474	249	146	869
		54,5%	28,7%	16,8%	100,0%
	Grupo Ruim	390	195	125	710
		54,9%	27,5%	17,6%	100,0%
Total		1118	547	323	1988
		56,2%	27,5%	16,2%	100,0%

[3] A cor verde indica associação a um erro de teste de 5%. Já a amarela indica uma associação a um nível de erro entre 5 e 10%.

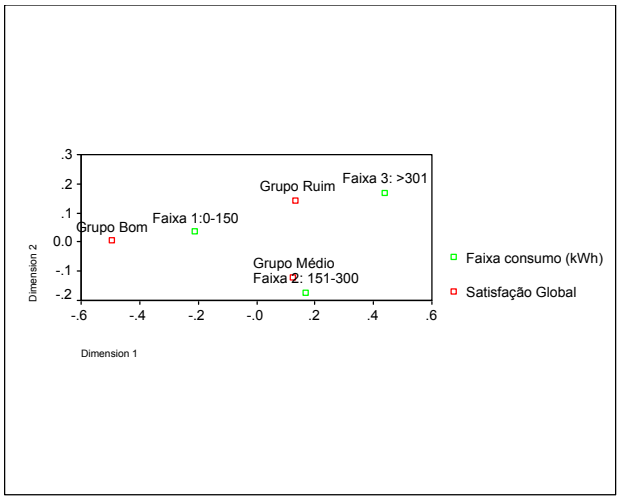

Figura 03: Projeção espacial (ANACOR)

QUADRO 04
SÍNTESE DOS PADRÕES ENCONTRADOS

Grupo satisfação	Faixa de consumo	Localização geográfica	Tipo de domicílio	Proximidade da favela	Classe social	Falta de energia
Bom	0 a 150 kWh	Região Serrana Região de Campos	-	Sim	D + E	Não
Médio	151 a 300 kWh	Niterói	Apartamento	Não	C	Não
Ruim	> 300 kWh	São Gonçalo	Casa	-	A + B	Sim

Nota: São indicadas as categorias onde foram encontradas associações.

A leitura do quadro 04 indica, por exemplo, que o Grupo Bom (com bom nível de satisfação global em relação à AMPLA) encontra-se nas faixas de consumo menores (até 150 kWh) e está nas regiões Serrana e de Campos. Este grupo está nas classes sociais D + E e verificou-se sua associação com a não falta de energia nos últimos 15 dias anteriores à pesquisa. Isto é, esta variável **poderia** estar influenciando o "nível de satisfação" dos clientes dado que, por exemplo, no Grupo Ruim para a satisfação, existe uma associação com a falta de energia. Este grupo, por sua vez, está nas faixas de consumo mais altas (> 300 KWh) e encontra-se em São Gonçalo. Está relacionado às classes A + B.

A classificação segundo as respostas relativas a Direitos e Deveres do consumidor foi feita também através da ANACOR. No questionário de pesquisa existem 11 questionamentos sobre direitos e deveres sendo que o entrevistado responde se a afirmação é verdadeira (V), falsa (F) existindo ainda a categoria de resposta não sabe/não respondeu (NS/NR). Obviamente, cada uma destas 11 variáveis categóricas (3 categorias de resposta: V, F, NS/NR) podem ser cruzadas com a variável satisfação global (GB, GM, GR).

Os resultados indicaram que, por exemplo, para o Grupo Bom, em termos de satisfação, encontra-se associação com as categorias V (verdadeiro) e F (falso) de quase todos os 11 questionamentos. Isto pode ser um indicativo de que este grupo apresenta consciência (ou pelo menos opinião definida) sobre seus direitos e deveres. Já o Grupo Ruim acha que a maioria dos questionamentos é Falso ou Não sabe/não respondeu. Para o Grupo Médio quase não se encontrou associações.

É importante ressaltar que a ANACOR foi feita também para cada Onda em separado. Obviamente é possível incrementar ainda a classificações dos padrões com outras variáveis de interesse.

III. CÁLCULO DO IASC

Ainda relacionado ao item de satisfação, deu-se início à estimação do IASC (Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor) com base nos resultados das pesquisas. Com base em metodologias [4] e [5] divulgadas para construção de índice de satisfação e também em material divulgado pela ANEEL, a equipe da PUC-RJ executora do projeto de P&D começou a estimar o IASC. A modelagem se deu através de equações estruturais utilizando os conceitos de variáveis latentes ou não observadas. O cálculo foi feito para dados obtidos com a segunda, terceira e quarta ondas.

O cálculo do IASC é obtido conforme pode ser observado na figura 04 e equação a seguir.

$$IASC = \frac{\sum pi \bullet \bar{x}i - \sum pi \bullet Min(xi)}{\sum pi \bullet Max(xi) - \sum pi \bullet Min(xi)} x100$$

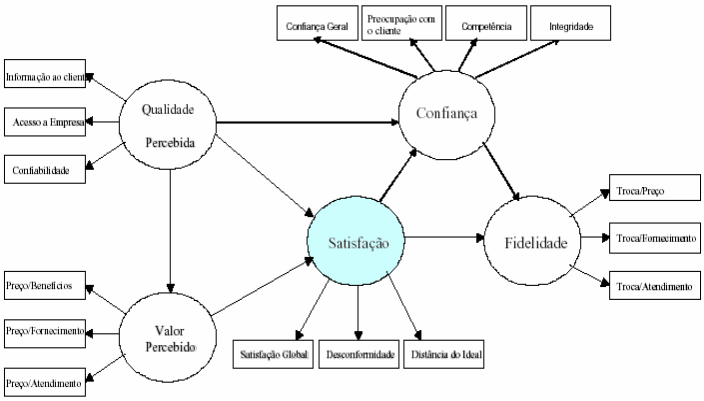

Figura 04: Cálculo do IASC-ANEEL

Feitas estas considerações, nos quadros 05 a 09 a seguir, podem ser visualizados os resultados do cálculo do IASC para as Ondas 2, 3 e 4. Comparativamente estão os resultados divulgados pela ANEEL para o IASC-AMPLA 2003.

QUADRO 05
QUALIDADE PERCEBIDA E VALOR

PESOS	Qualidade Percebida			Valor		
	Informação	Acesso	Confiabilidade	Benefícios	Fornecimento	Atendimento
Aneel (2003)	0,87	0,88	0,91	0,92	0,97	0,95
Onda 2	0,87	0,91	0,94	0,95	0,96	0,96
Onda 3	0,72	0,75	0,78	0,96	0,97	0,94
Onda 4	0,82	0,69	0,84	0,99	0,99	0,97

QUADRO 06
SATISFAÇÃO GLOBAL E FIDELIDADE

PESOS	Satisfação Global			Fidelidade		
	Satisfação	Dist. Ideal	Desconformidade	Preço	Fornecimento	Atendimento
Aneel (2003)	0.86	0.88	0.83	0.88	0.97	0.95
Onda 2	0.82	0.87	0.62	0.94	0.98	0.95
Onda 3	0.73	0.80	0.82	0.79	0.89	0.96
Onda 4	0.82	0.86	0.65	0.94	0.96	0.95

QUADRO 07
CONFIANÇA

PESOS	Confiança			
	Conf. Geral	Preoc. Cliente	Competência	Integridade
Aneel (2003)	0,91	0,90	0,87	0,88
Onda 2	0,88	0,90	0,90	0,90
Onda 3	0,82	0,90	0,88	0,84
Onda 4	0,90	0,89	0,85	0,87

QUADRO 08
RELAÇÃO ENTRE CONSTRUTOS

PESOS	Relação entre Construtos						
	Qual/Valor	Qual/Sat	Qual/Conf	Valor/Sat	Sat/Conf	Sat/Fidel	Conf/Fidel
Aneel (2003)	0,05	0,75	0,25	0,13	0,52	0,18	0,12
Onda 2	0,08	0,79	0,28	0,09	0,40	0,25	-0,16
Onda 3	0,08	0,78	-0,08	0,21	0,70	0,16	0,25
Onda 4	0,06	0,66	0,61	0,12	0,45	0,30	0,27

QUADRO 09
CONSTRUTOS

	Construtos - Em %				
	Qual. Percebida	Valor	IASC	Fidelidade	Confiança
Aneel (2003)	61,81	33,91	60,25	25,99	56
Onda 2	61,15	46,51	60,44	36,46	52,71
Onda 3	60,04	44,58	64,01	30,89	52,03
Onda 4	60,50	45,06	65,25	35,89	53,17

No quadro 09 acima está o resultado do IASC e demais construtos em termos percentuais. Observa-se que o IASC-PUC sempre aparece maior do que o IASC-ANEEL. Vê-se, por exemplo, que o último IASC-PUC calculado para a Onda 4 (primavera) está maior em 5 pontos percentuais comparativamente ao IASC-ANEEL(2003). Vê-se ainda que as maiores diferenças estão nos construtos "Valor" e "Fidelidade". Comparando o IASC-PUC calculado separadamente para as Ondas 2 a 4, vê-se um maior índice de satisfação na primavera (Onda 4) e uma menor satisfação no outono (Onda 2).

É importante ressaltar que estes cálculos foram simulações de forma que se pudesse entender melhor o cálculo deste índice. Atenta-se que o projeto de P&D gerou uma tese de doutorado que se encontra em andamento e abordará o cálculo do IASC.

IV. CONCLUSÕES

Acredita-se que, com os resultados obtidos no projeto, e apresentados de forma bem resumida neste artigo, pôde-se gerar informações importantes para que a AMPLA possa entender melhor o perfil do seu cliente residencial. O cálculo do IASC-PUC possibilitou ainda uma comparação com o IASC-ANEEL possibilitando também um melhor entendimento deste índice. Desta forma, acredita-se que um dos objetivos principais foi alcançado na medida que foram geradas informações importantes para monitoração da satisfação dos clientes da AMPLA. Atenta-se ainda que a apuração do cálculo do IASC continuará sendo feita no âmbito do desenvolvimento de teses de mestrado e doutorado.

Ressalta-se, por fim, que vários outros dados (como, por exemplo, hábitos de uso de aparelhos, curvas de carga, condições sócio-econômicas, etc) estão disponíveis para uso da AMPLA e podem subsidiar em muito o processo gerencial dentro da empresa.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. Haykin. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. 1999.

[2] R. Johnson; D. W. Wichern. *Applied multivariate statistical analysis*. 4ª ed. USA: Prentice Hall. 1998.

[3] A. Zanini et all. *Estratificação de risco em pacientes com infarto agudo do miocárdio através de redes neurais artificiais e análise de correspondência*. Anais do VI Congresso Brasileiro de Redes Neurais. P. 433–437, Junho, Centro Universitário da FEI, São Paulo, SP, Brasil. 2003.

[4] C. Fornell et all. The American Customer Satisfaction Index: Nature, Purpose, and Findings. *Journal of Marketing*, out, 60, 4, p.7-18. 1996.

[5] C. Fornell; E. W. Anderson. Foundations of the American Customer Satisfaction Index. *Total Quality Management*, set, 11, p.869-882. 2000.