

MODELO MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS

Ana Carla Bittencourt Reis
Universidade Feral da Bahia (UFBA)
anacarlabr@yahoo.com.br

Máisa Mendonça Silva
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/CAA)
Rodovia BR-104 km 59 - Nova Caruaru, CEP: 55002-970
Caruaru - PE – Brasil
maisa@ufpe.br

Resumo

Avaliar qualidade em serviços, embora seja de grande importância e impacto, é uma tarefa extremamente complexa, principalmente porque, usualmente, envolve vários critérios conflitantes e de difícil mensuração. Por este motivo, este trabalho faz uso de um método de inferência multicritério ELECTRE TRI a fim de extrair os pesos dos critérios para então avaliar os níveis de qualidade dos serviços públicos e também da escala amplamente utilizada na avaliação de serviços, qual seja: SERVQUAL. Uma aplicação numérica foi desenvolvida a fim de ilustrar as etapas do modelo proposto. Os resultados alcançados implicam uma modelagem que considera a dificuldade na determinação deste parâmetro de avaliação da qualidade e fornecem informações relevantes para o decisor.

Palavras-Chave: Avaliação de Serviços; Decisão Multicritério; Escala SERVQUAL.

1. Introdução

A avaliação da qualidade de serviços é de fundamental importância para identificação das deficiências dos serviços prestados e busca por níveis de serviços que satisfaçam os clientes. A indústria de serviços no Brasil é responsável por aproximadamente 70% do PIB (Produto Interno Bruto) e por mais de 75% dos empregos formais, segundo o IBGE (2012).

Avaliar a qualidade de produtos e serviços é, ao mesmo tempo, uma atividade fundamental e complexa. Segundo Awasthi, et al. (2011), gerenciar serviços de qualidade é vital, para qualquer organização de negócio, que queira manter a satisfação de seus clientes e aumentar os lucros. Por outro lado, esses autores afirmam que é muito difícil mensurar qualidade em serviços devido a dois fatores: medidas confiáveis e ausência de dados.

A avaliação de produtos físicos (ou tangíveis) possui uma longa trajetória e está bem estabelecida. A percepção da qualidade de bens tangíveis está bastante relacionada com o cumprimento de suas especificações de desempenho, ainda que influenciada por fatores subjetivos relativos ao serviço agregado à venda do produto (Slack et al, 2008)

Por outro lado, os serviços são intangíveis e simultâneos, consumidos no momento de sua produção, não podem ser estocados e possuem um alto grau de contato com o consumidor (Slack et al, 2008). Sendo assim, torna-se muito mais complicado medir qualidade em serviços (Parasuraman et al, 1985). Não há uma única definição clara para qualidade em serviços e como consequência, vários autores trazem visões que diferem entre si, mas muitos concordam que qualidade em serviços tem a ver com a expectativa do cliente e o serviço propriamente prestado.

As abordagens mais usadas para avaliação de serviços são: pesquisas do tipo “survey” e entrevistas, que envolvem uso de questionários para elencar opiniões e atributos, sendo um dos instrumentos mais usado desta abordagem, o SERVQUAL; a análise estatística que faz uso de dados coletados para a prestação de serviços e usam técnicas de regressão, modelos logit, equações estruturais e métodos de preferência declarada, dentre outros; e, por fim, o apoio a decisão multicritério que diz respeito a um processo decisório em que as alternativas são avaliadas segundo vários critérios. De acordo com Parasuraman, et al. (1985) medir qualidade de serviço através de uma única medida ou variável é irreal, o que justifica claramente o emprego das abordagens multicritério.

Sabe-se que toda empresa – seja pública ou privada – está preocupada em atender padrões de qualidade nos serviços prestados. O tema é ainda mais controverso quando trata-se de empresas públicas.

O Relatório de avaliação da gestão de recursos humanos do governo federal elaborado pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) mostra que o número de funcionários das três esferas de governo - excluindo estatais - está entre 10% e 11% do total de pessoas empregadas no Brasil. E ainda, a remuneração desses servidores, atingem 12% do Produto Interno Bruto (PIB). A partir destes números, pode-se afirmar que o montante envolvido com pessoal no setor público brasileiro é bastante alto e que a preocupação com a prestação dos serviços públicos deve ser encarada como prioridade dos governos em qualquer esfera.

O objetivo do presente trabalho é propor um modelo para avaliar serviços públicos

2. Trabalhos Relacionados

Muitos trabalhos fizeram avaliação da qualidade em diversos setores e, apesar das críticas com relação ao seu caráter generalista, o modelo SERVQUAL, desenvolvido por Parasuraman, et al (1985) é o mais utilizado. Este modelo é baseado na escala de cinco pontos de Likert e dividida em duas partes, expectativas e percepções, cada uma dessas partes possui 22 itens. São consideradas 5 dimensões da qualidade: tangibilidade, confiabilidade, responsabilidade, segurança e empatia.

Como exemplos da aplicação recentes da escala SERVQUAL, ver Abari et al, (2011), Akhlaghi et al. (2012), Aydemir e Gerni (2011), Carrasco et al. (2012), Chou et al. (2011) e Udo et al (2011).

Os modelos de decisão multicritério também foram usados com o objetivo de identificar qualidade em serviços em diversos setores. Como exemplo, tem-se dois artigos recentes: Awasthi, et al. (2011) fizeram uso de um modelo fuzzy TOPSIS para avaliar serviços de transporte; Lee e Kim (2012) aplicaram a escala SERVQUAL e o modelo DEA – este como uma ferramenta multicritério – para benchmarking e medição de qualidade.

3. Avaliação da Qualidade de Serviços e Abordagem Multicritério

Os Métodos Multicritério de Apoio a Decisão são adequados para tratar de problemas onde são considerados múltiplos critérios de decisão ou objetivos para escolha de um curso de ação (GOMES et al., 2006). Dentre os modelos multicritério de apoio à decisão existentes estão os métodos da família ELECTRE.

Os métodos da família ELECTRE (Elimination and Choice Translating algorithm) foram desenvolvidos por Bernard Roy e colaboradores (ROY & BOUYSSOU, 1993; ROY, 1996). A família ELECTRE usa como modelagem de preferência uma relação binária de sobreclassificação, S , definida em A , que significa que uma alternativa “a” sobreclassifica a outra “b” (aSb), se “a” é ao menos tão boa quanto “b” (VINCKE, 1992). Belton & Stewart (2002) e Vincke (1992) descrevem detalhadamente o método ELECTRE e a construção da relação de sobreclassificação.

O problema apresentado neste trabalho consiste em avaliar a qualidade de serviços públicos prestados e classificá-los segundo níveis de desempenho alcançados em critérios de avaliação. Para tanto, é proposta a utilização do método de sobreclassificação ELECTRE TRI, onde as alternativas são alocadas para uma classe pré-definida, e então, são comparadas com alternativas de fronteira as quais possuem um limite superior e inferior (FIGUEIRA et al., 2005).

Uma vez definido o conjunto de critérios utilizados para avaliar a qualidade dos serviços públicos, e as categorias utilizadas para identificar o nível de qualidade do serviço prestado, os serviços são avaliados de acordo com estes critérios e o resultado desta avaliação é sua alocação à mais apropriada categoria, que represente seu nível de serviço. Para este trabalho estão sendo consideradas as avaliações provenientes dos usuários dos serviços públicos, à luz de critérios definidos para avaliar a qualidade. Para tanto, por meio de um conjunto de pesos, é indicada a importância de cada critério. Estes pesos são usados para agregar os índices de concordância e para construir o índice de credibilidade $c(a,bh)$, o qual é usado para indicar a designação das avaliações à categoria correta. A formulação do modelo ELECTRE TRI está apresentada no Apêndice 1.

3.1- A determinação dos pesos dos critérios com o apoio do modelo de inferência

Na construção de um modelo de classificação, uma das grandes dificuldades encontradas pelos analistas, ao interagirem com o decisor, diz respeito à elicitação dos parâmetros a serem usados na modelagem. A aplicação do modelo ELECTRE TRI no problema apresentado exige a determinação (pelo decisor) dos valores de diversos parâmetros. Entretanto, esta tarefa pode representar um empecilho à utilização do modelo de classificação, uma vez que demandaria um enorme esforço cognitivo por parte do decisor, por se tratar de uma grande quantidade de critérios a serem utilizados para avaliação dos níveis de serviços públicos.

Diante deste problema, o paradigma de desagregação pode ser utilizado, pois permite inferir os valores dos parâmetros a partir de uma análise holística dos decisores (JACQUET-LAGRÉZE & SISKOS, 1982; MOUSSEAU et al., 2001). Os modelos de inferência de parâmetros possibilitam a extração destes valores a partir de exemplos de atribuição feitos pelo decisor, ou seja, a partir de julgamentos holísticos (Mousseau & Slowinski, 1998). A Figura 1 ilustra de forma ampla a atuação dos modelos de inferência do ELECTRE TRI, de

acordo com os objetivos das diferentes abordagens:

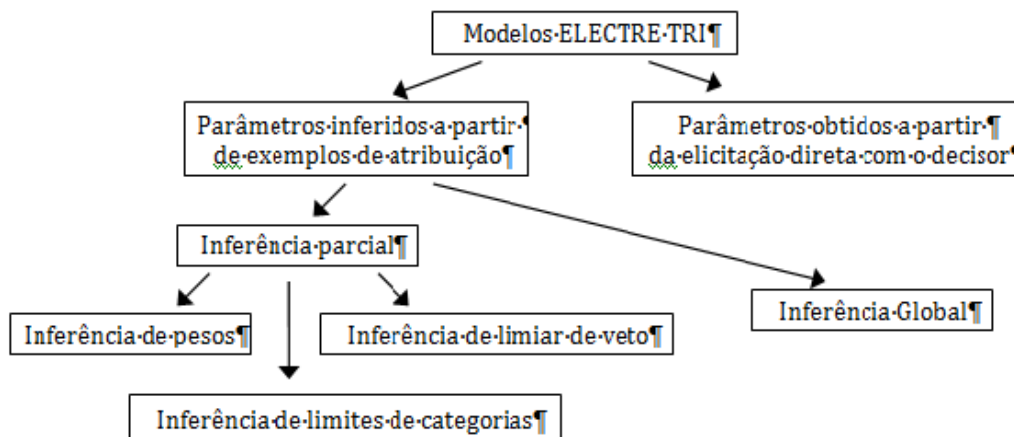


Figura 1 - Diferentes abordagens para determinar os parâmetros do ELECTRE TRI
Fonte: Adaptado de Ngo The & Mousseau (2002)

Conforme apresentado na Figura 1, os parâmetros de entrada do modelo ELECTRE TRI podem ser obtidos de duas formas: por meio da elicitação direta com o decisor ou por meio da inferência dos parâmetros. Esta figura também revela que todos os parâmetros do modelo ELECTRE TRI são passíveis de serem inferidos.

Diversas aplicações envolvendo o paradigma da desagregação têm sido desenvolvidas. Dentre eles pode-se citar o modelo elaborado para inferir somente os pesos dos critérios (Mousseau et al., 2001) e o modelo para obter conclusões robustas com o ELECTRE TRI (DIAS et al., 2002).

A dificuldade que este trabalho procura solucionar é a determinação dos pesos dos critérios que serão utilizados para avaliar o nível de qualidade do serviço prestado. Considera-se a tarefa de determinar os pesos complexa e, neste sentido, o modelo de inferência permite ao decisor, em vez de fazer a elicitação dos pesos dos critérios, simplesmente classificar algumas avaliações da qualidade dos serviços e a partir desta classificação inferir os pesos dos critérios.

O trabalho apresentado propõe a utilização do modelo de Mousseau et al. (2001) para inferir os pesos dos critérios a serem utilizados no modelo ELECTRE TRI. A ideia do modelo de inferência é que a partir de exemplos de classificações do nível de serviços dados pelo decisor, é possível inferir os pesos dos critérios por meio de um modelo de programação matemática linear.

O modelo busca encontrar um modelo ELECTRE TRI compatível, ao máximo, com os exemplos atribuídos pelo decisor. Os exemplos atribuídos dizem respeito a um subconjunto A^*CA de avaliações para as quais o decisor tem preferências claras, ou seja, avaliações que podem ser facilmente designadas a uma determinada categoria. A compatibilidade entre o modelo ELECTRE TRI e os exemplos de atribuição é compreendida como uma habilidade do método em usar modelo de inferência para atribuir novamente as alternativas de A^* da mesma forma que o decisor fez. O modelo de otimização aqui mencionado é denotado $M\pi$.

O problema de otimização proposto por Mousseau et al. (2001) possui a seguinte formulação básica:

$$\max \left\{ \alpha + \varepsilon \sum_{k: a_k \in A^*} (x_k + y_k) \right\} \quad (1)$$

sujeito a:

$$\alpha \leq x_k \quad \forall k \quad \text{tal que} \quad a_k \in A^*, \quad (2)$$

$$\alpha \leq y_k \quad \forall k \quad \text{tal que} \quad a_k \in A^*, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m w_j c_j(a_k, b_{hk} - 1) - x_k = \lambda \quad \forall k \quad \text{tal que} \quad a_k \in A^*, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m w_j c_j(a_k, b_{hk}) - y_k = \lambda \quad \forall k \quad \text{tal que} \quad a_k \in A^*, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1, \quad (6)$$

$$\lambda \in [0, 5; 1], \quad (7)$$

$$w_j \geq 0, \quad \forall j \in F. \quad (8)$$

O modelo apresentado considera o procedimento de atribuição pessimista do ELECTRE TRI, onde uma alternativa a_k é designada para uma categoria C_h (b_{h-1} e b_h sendo os limites superior e inferior de C_h , respectivamente), se $\sigma(a_k, b_{h-1}) \geq \lambda$ e $\sigma(a_k, b_h) < \lambda$. Supondo que o decisor tenha designado a alternativa $a_k \in A^*$ para a categoria C_{hk} (são definidas variáveis de folga x_k e y_k tal que $\sigma(a_k, b_{h-1}) - x_k = \lambda$ e $\sigma(a_k, b_{hk}) - y_k = \lambda$. Se os valores das variáveis de folga forem ambos positivos, então o procedimento pessimista do ELECTRE TRI fez a designação correta de a_k . Se, todavia, uma ou ambas as variáveis forem negativas, o procedimento irá designar a alternativa a_k para a categoria “errada”.

5 - O modelo de inferência

O modelo de inferência proposto por Mousseau *et al.* (2001) foi utilizado para apoiar o decisor na identificação dos níveis de qualidade dos serviços públicos prestados por meio das avaliações dos usuários.

A aplicação do modelo de inferência exige as seguintes definições:

- i) as avaliações (feitas pelos usuários) da qualidade do serviço prestados
- ii) os critérios utilizados para avaliar a qualidade dos serviços públicos (descritos na tabela 1). Esta tabela mostra a definição dos critérios utilizados para avaliar as alternativas do modelo, as variáveis que identificam os critérios g_h , $h=1, \dots, 10$ e a descrição destes critérios. Estes critérios foram definidos com base na escala SERVQUAL.

Tabela 1: Representação dos critérios e suas respectivas descrições

Critério	Descrição simplificada dos critérios	Tipo de critério
g ₁	Aparência e conforto das instalações físicas	TANGÍVEIS
g ₂	Acessibilidade pela internet e/ou call center	
g ₃	Fornecimento de recibos e protocolos de atendimento	
g ₄	Acompanhamento da situação/status do serviço	SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO
g ₅	Os funcionários estão sempre disponíveis para atender às solicitações	PRESTEZA
g ₆	O tempo de espera para atendimento	
g ₇	Conveniência dos horários de atendimento.	EMPATIA
g ₈	Os funcionários entendem as necessidades específicas dos clientes	
g ₉	Execução dos serviços de forma correta na primeira vez	CONFIABILIDADE
g ₁₀	A Administração cumpre o que promete	

iii) a prestação dos serviços foi avaliada segundo os critérios mencionados na tabela 1. A escala de avaliação dos serviços está representada na Tabela 2 e ilustra os graus da escala e sua respectiva conversão da escala verbal para escala numérica.

Tabela 2- Conversão da escala verbal em escala numérica

Avaliação	
Verbal	Numérica
Excelente	7
Muito bom	6
Bom	5
Indiferente	4
Ruim	3
Muito ruim	2
Péssimo	1

iv) As classes conduzem as avaliações para níveis de qualidade dos serviços prestados. O presente modelo considera quatro níveis de classificação para a qualidade do serviço prestado (Tabela 3):

Tabela 3- Conversão da escala verbal em escala numérica

Níveis de prestação de serviços
Classe A
Classe B
Classe C
Classe D

A avaliação da qualidade dos serviços prestados segundo os níveis mencionados na Tabela 3 pode ser assim mensuradas:

Tabela 4- Conversão da escala verbal em escala numérica

Avaliação do nível de qualidade dos serviços						
7	6	5	4	3	2	1
nível A		nível B		nível C		nível D

As avaliações da qualidade dos serviços segundo cada critério estão ilustradas na Tabela 5 e devem ser feitas pelos usuários. Neste artigo foram consideradas avaliações fictícias para fins de ilustração numérica.

Tabela 5- Avaliação da qualidade dos serviços prestados

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	CATEGORIA
A1	6	5	6	4	4	7	7	7	6	2	A
A2	6	6	7	7	7	6	7	6	5	7	A
A3	4	5	4	6	5	6	6	7	7	7	C
A4	6	5	5	4	7	6	6	6	5	5	C
A5	5	5	2	5	7	4	6	5	5	7	D
A6	5	5	5	6	6	5	7	5	4	6	D
A7	6	4	5	6	7	5	6	6	5	6	A
A8	6	5	6	5	5	5	6	5	5	4	C
A9	7	7	6	6	7	5	5	7	7	7	A
A10	6	3	5	6	4	7	5	7	2	1	B

4.1 Aplicação do modelo de inferência

A aplicação do modelo de inferência foi feita a partir da definição de um subconjunto A* de avaliações (Tabela 4) para as quais o decisor tem preferências claras e cujo número de avaliações contém informação suficiente.

O nível de corte inicial para aplicação do modelo foi estabelecido em $\lambda=0,65$ e os pesos, conforme recomendação de Mousseau e Slovinski (1998), por falta de qualquer informação inicial, foram definidos como iguais, com valor igual a 1.

De acordo com o modelo, o valor de α deve ser o menor valor entre x_k e y_k – tem-se o valor inicial $\alpha=0,15$.

Os dados iniciais acima descritos foram utilizados para aplicar o modelo de inferência, cujo problema de otimização é resolvido pelo Solver do Microsoft Excel.

Conforme recomendação de Mousseau *et al.* (2001), como nenhum critério é dominante foi inserida a restrição 10. Além disso, foi adicionada a restrição de que os pesos de cada critério teriam que ser maiores que 0,03.

$$k_j \leq 0,2 \sum_{i=1}^m k_i, \forall j \in F \quad (9)$$

Os valores de x_k e y_k foram calculados de acordo com o procedimento de inferência de Mousseau *et al.* (2001) e estão descritos na Tabela 6

Tabela 6: Valores para as variáveis de folga

Avaliações	xk	yk
A1	0	0,62
A2	0,2	0,62
A3	0,15	0,17
A4	0,38	0,02827
A5	0,35	0
A6	0,38	0
A7	0,032	0,62
A8	0,38	0,21
A9	0,35	0,62
A10	0,17	0,18

Após o procedimento de otimização tem-se os pesos dos critérios estão representados na tabela 7:

Tabela 7 - Valores encontrados para os pesos dos critérios

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
0,2	0,138	0,03	0,03	0,182	0,15	0,03	0,03	0,18	0,03

Uma vez determinados os pesos dos critérios, estes podem ser inseridos como parâmetros de entrada do modelo ELECTRE TRI para obtenção da classificação das demais avaliações. Atualizações periódicas devem ser feitas das avaliações utilizadas como entrada do modelo de inferência e, conseqüentemente, da aplicação do modelo ELECTRE TRI considerando também o fato de que a qualidade da prestação dos serviços podem sofrer alterações constantemente.

A aplicabilidade do modelo ELECTRE TRI neste trabalho consiste em fornecer a classificação de avaliações em categorias de níveis de qualidade para posterior análise dos resultados e prescrição de ações para correção dos problemas encontrados. A metodologia de inferência e a aplicação do modelo ELECTRE TRI devem ser de conhecimento de um analista – participante do processo decisório com o papel de apoiar o decisor na aplicação do modelo e análise do problema. Segundo Roy (1996) o analista é um facilitador que além de auxiliar na estruturação e solução do problema, também ajuda o decisor na sua visualização.

Uma vez obtidas as classificações das avaliações sobre a qualidade dos serviços prestados, é possível identificar a representatividade de cada classe que define o nível de qualidade dos serviços prestados. Da mesma forma, pode-se perceber a distribuição das avaliações entre as classes de avaliação dos níveis de qualidade dos serviços prestados e perceber a variabilidade das avaliações.

A seção seguinte faz uma breve discussão sobre a aplicação no contexto apresentado neste trabalho.

4. Discussão de Resultados, Limitações e Trabalhos Futuros

Uma vez obtidas as classificações das avaliações sobre a qualidade dos serviços prestados, é possível identificar a representatividade de cada classe que define o nível de qualidade dos serviços prestados. Da mesma forma, pode-se perceber a distribuição das avaliações entre as classes de avaliação dos níveis de qualidade dos serviços prestados e perceber a variabilidade das avaliações.

A modelagem multicritério permite modelar este problema e fornecer resultados satisfatórios, pois possibilita tratar de subjetividades. O método de inferência ELECTRE TRI, utilizado neste trabalho considerou exemplos de avaliação da qualidade dos serviços prestados como base de informação utilizada pelo modelo para realizar a inferência dos pesos dos critérios por meio de um modelo de otimização.

O modelo de inferência $M\pi$ possibilita a construção de um modelo ELECTRE TRI capaz de prever uma classificação coerente. Uma aplicação numérica foi mostrada, a fim de descrever as etapas do modelo proposto.

De uma forma geral, este trabalho se propõe a fornecer uma solução para classificação da avaliação da qualidade de prestação de serviços públicos, tema de grande relevância e interesse público. Entretanto, existem outras questões que precisam ainda ser estudadas. Pode-se tratar como grande limitação do presente trabalho, a ausência de uma perspectiva *fuzzy* a este problema. Esta é, portanto, uma sugestão para trabalho futuro. A aplicação da proposta em uma situação real seria outra recomendação bem-vinda e permitiria um estudo mais detalhado sobre possíveis hipóteses a serem testadas com dados reais, além de propiciar validação concreta do modelo.

Referências

- Abari, A. A. F.; Yarmohammadian, M. H.; Estekic, M.** (2011), Assessment of quality of education a non-governmental university via SERVQUAL model, *Procedia Social and behavioral Sciences*, 15, 2299-2304.
- Akhlaghi, E., Amini, S., Akhlaghi, H.** (2012) Evaluating educational service quality in technical and vocational colleges using SERVQUAL model, *Procedia Social and behavioral Sciences*, 46, 5285-5289.
- Almeida-Dias, J.; Figueira, J e Roy, B.** (2008) ELECTRE-TRI: A Multiple Criteria Sorting Method Based on Central Reference Actions, *Cahier du LAMSADE*, N° 274.
- Aydemir, S. D.; Gerni, C.** (2011) Measuring Service Quality Of Export Credit Agency In Turkey By Using Servqual, *Procedia Social and behavioral Sciences*, 24, 1663-1670.
- Awasthi, A.; Chauhan, S. S., Omrani, H.; Panahi, A.** (2011) A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality, *Computer & Industrial Engineering*, 637-648.
- Belton, V. e Stewart, J.,** *Multiple Criteria Decision Analysis – an Integrated Approach*, Kluwer Academic Publishers, Londres, 2002.
- Carrasco, R. A.; Muñoz-Leiva, F.; Sanchez-Fernandez, J.; Liébana-Cabanillas, F. J.** (2012) A model for the integration of e-financial services questionnaires with SERVQUAL scales under fuzzy linguistic modeling, *Expert systems with applications*, 39, 11535-11547.
- Chou, C-C.; Liu, L-J; Huang, S-F; Yih, J-M.; Han, T-C.** (2011) An evaluation of airline service quality using the fuzzy weighted SERVQUAL method, *Applied Soft Computer*, 11, 2117-2128.
- Dias, L.; Mousseau, V.; Figueira, J. e Clímaco, J.** (2002), An aggregation/disaggregation approach to obtain robust conclusions with ELECTRE TRI, *European Journal of Operational Research*, 138, 332-348.
- Figueira, J.; Mousseau, V. e Roy, B.,** *ELECTRE Methods*, In: Figueira, J.; Greco, S. and Ehrgott, M. *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*. Springer Science and Business Media, NewYork, 2005.
- Gomes, L.F.A.M.; Gomes, C.F.S; Almeida, A.T.** Tomada de decisão gerencial – Enfoque Multicritério. São Paulo, Atlas, 2006.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 2012
- Jacquet-Lagrange, E. e Siskos, J.** (1982), Assessing a set of additive utility functions for MCDA, the UTA Method, *European Journal of Operational Research*, 10, 151-164.
- Lee, H.; Kim. C.** (2012) A DEA-SERVQUAL Approach to Measurement and Benchmarking of Service Quality, *Procedia Social and behavioral Sciences*, 40, 756-762.
- Mousseau, V.; Figueira, J. e Naux, J.** (2001), Using assignment examples to infer weights for ELECTRE TRI method: some experimental results, *European Journal of Operational Research*, 130, 263-275.
- Mousseau, V. e Slowinski, R.** (1998), Inferring an ELECTRE TRI model from assignment examples, *Journal of Global Optimization*, 12, 157-174.

Ngo The, A.; Mousseau, V. (2002). Using Assignment examples to infer category limits for the ELECTRE TRI method. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 11(1), pp. 29-43.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. Disponível em <http://www.oecd.org/fr/>. Acessado em 2012.

Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. & Leonard L.B. (1985), A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research, *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

Roy, B. e Bouyssou, D., *Aide multicritérié à la décision: methods et cas*, Economica, Paris, 1993.

Roy, B., *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1996.

Slack, N.; Chambers, S.; Johnston, R. Administração da Produção. São Paulo, Atlas, 2002.

Udo, G. J.; Bagchi, K. K.; Kirs, P. J. (2011) Using SERVQUAL to assess the quality of e-learning experience, *Computers in Human Behaviour*, 27, 1272-1283.

Vincke, P., *Multicriteria decision-aid*, John Wiley & Sons, Bruxelles, 1992.

APÊNDICE 1

A formulação do modelo ELECTRE TRI é apresentada a seguir:

Dado um conjunto de critérios $\{g_1, g_2, \dots, g_m\}$, o conjunto dos índices dos critérios é $F = \{1, 2, \dots, n\}$, e chamando de $B = \{1, 2, \dots, p\}$ o conjunto de índices dos perfis b_1, b_2, \dots, b_p , definindo $p+1$ categorias, considera-se b_h como sendo o limite superior da categoria C_h e o limite inferior da categoria C_{h+1} a, $h=1, 2, \dots, p$.

As informações intracritérios são definidas pelos limiares de preferência e indiferença, $p_j(b_h)$ e $q_j(b_h)$ respectivamente. Dois tipos de parâmetros de preferência intracritérios intervêm na construção da relação de sobreclassificação:

- o conjunto dos pesos, $k=(k_1, k_2, \dots, k_n)$, que é utilizado para agregar os índices de concordância, $c_j(a, b_h)$ ($j=1, \dots, n$), o qual indica quanto cada critério contribui para afirmação aSb_h , em um índice de concordância global $c(a, b_h)$. Este índice global quantifica a relativa importância de cada critério em favor da afirmação aSb_h (similarmente para $c(b_h, a)$);
- O conjunto de limiares de veto, $(v_1(b_h), v_2(b_h), \dots, v_n(b_h))$ é usado para calcular os índices de discordância. $v_j(b_h)$ representa a menor diferença $g_j(b_h) - g_j(a)$, incompatível com a afirmação aSb_h (e também b_hSa).

Os índices de concordância parcial, $c_j(a, b_h)$, concordância, $c(a, b_h)$, e discordância parcial, $d_j(a, b_h)$, são calculados conforme formulas 1, 2 e 3, descritas a seguir.

$$c_j(a, b_h) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \quad \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 \quad \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} \quad \text{caso contrário} \end{array} \right\} \quad (1)$$

$$c(a, b_h) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (2)$$

$$d_j(a, b_h) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \quad \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1 \quad \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) + g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} \quad \text{caso contrário} \end{array} \right\} \quad (3)$$

Conforme explicado em Mousseau *et al.* (2001), o ELECTRE TRI constrói um índice $\sigma(a, b_h) \in [0, 1]$ ($\sigma(b_h, a)$, *resp.*) que representa o grau de credibilidade da afirmação aSb_h (b_hSa , *resp.*), $\forall a \in A, \forall h \in B$. A afirmação aSb_h (b_hSa , *resp.*) somente é considerada válida se $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e, *respectivamente*, $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$. Sendo λ o nível de corte tal que $\lambda \in [0, 5, 1]$. O índice de credibilidade é calculado pela fórmula 4.

$$\sigma(a, b_h) = c(a, b_h) \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - c(a, b_h)} \quad (4)$$

Onde $F = \{j \in F : d_j(a, b_h) > c(a, b_h)\}$

Os valores de $\sigma(a, b_h)$, $\sigma(b_h, a)$ e λ determinam a situação de preferência entre a e b_h :

- * $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e $\sigma(b_h, a) \geq \lambda \Rightarrow aSb_h$ e $b_hSa \Rightarrow aIb_h$, i.e.; *a é indiferente a bh*
- * $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e $\sigma(b_h, a) < \lambda \Rightarrow aSb_h$ e não $b_hSa \Rightarrow a \succ b_h$, i.e.; *a é preferível a bh*
- * $\sigma(a, b_h) < \lambda$ e $\sigma(b_h, a) \geq \lambda \Rightarrow$ não aSb_h e $b_hSa \Rightarrow b_h \succ a$, i.e.; *bh é preferível a a*
- * $\sigma(a, b_h) < \lambda$ e $\sigma(b_h, a) < \lambda \Rightarrow$ não aSb_h e não $b_hSa \Rightarrow aRb_h$, i.e.; *a é incomparável a bh*

Dois procedimentos de atribuição podem ser avaliados: pessimista ou conjuntivo e otimista ou disjuntivo (MOUSSEAU *et al.*, 2001):

1. Pessimista:

- a. Compara a sucessivamente a b_i , para $i=p, p-1, \dots, 1$;
- b. b_h sendo o primeiro perfil, tal que aSb_h , designa a para a categoria C_{h+1} ($a \rightarrow C_{h+1}$).

2. Otimista:

- a. Compara a sucessivamente a b_i , para $i=1, 2, \dots, p$;
- b. b_h sendo o primeiro perfil, tal que b_h seja preferível a a , designando a para a categoria C_h ($a \rightarrow C_h$).