

CATEGORIZAÇÃO DOS AEROPORTOS BRASILEIROS COM O USO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI

Marcele Elisa Fontana

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
Rua Acadêmico Helio Ramos s/n. (9. andar do prédio administrativo do Centro de Tecnologia e Geociência-CTG). Cidade Universitária. 50740-530 – Recife, PE – Brasil.
E-mail: marcelelisa@gmail.com

Natallya de Almeida Levino

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
E-mail: natallya.levino@gmail.com

Danielle Costa Morais

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
E-mail: dcmorais@ufpe.br

Resumo: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) classifica os aeroportos brasileiros entre três categorias. Basicamente esta categorização é realizada mediante índices de eficiência e produtividade. A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) parte dessa categorização para fazer a redistribuição dos recursos financeiros. Porém, não é relatado o uso de metodologia específica na classificação dos aeroportos. O trabalho partiu do pressuposto que uma categorização errônea pode acarretar em uma má distribuição deste subsídio, podendo prejudicar as operações dos aeroportos, principalmente devido à proximidade com as olimpíadas e a copa do mundo. O artigo propõe o uso de um método multicritério ELECTRE TRI para apoio à decisão na classificação dos aeroportos brasileiros. Esse é uma importante ferramenta, pois é capaz de realizar uma análise entre a performance das alternativas (aeroporto) em inúmeros critérios de desempenho. Por meio disto é possível atingir uma alocação de recursos de forma mais apropriada.

Palavras-chaves: Aeroportos, Categorização, Electre Tri.

Abstract: National Civil Aviation Agency (ANAC) classifies the Brazilian airports between three categories. Basically, this categorizing is realized by levels of efficiency and productivity. The Brazilian Airport Infrastructure Company (INFRAERO) parts of this categorization to the redistribution of financial resources. However, it is not reported the use of specific methodology in the classification of airports. This paper began with the assumption that an erroneous categorization can lead to a poor distribution of this subsidy, which could impair the operations of airports, mainly due to the proximity of the Olympics and World Cup. The paper proposes the use of a multi-criteria method, ELECTRE TRI, for decision support in the airports' classification. This is an important tool because it is able to perform an analysis between the performances of the alternatives (airport) in a number of performance criteria. Hereby, it is possible to achieve an allocation of resources more appropriately.

Keywords: Airports, Categorization, Electre TRI.

1. Introdução

De acordo com a Resolução nº 180, de 2011, a variação tarifária de cada categoria dá-se com base na recomposição dos déficits de cada atividade aeroportuária, observados os parâmetros de produtividade ou eficiência. No entanto, a identificação da situação financeira de cada atividade aeroportuária é obtida após a aplicação dos mecanismos de subsídio cruzado entre aeroportos e entre atividades. O subsídio cruzado consiste em ratear, entre as categorias aeroportuárias, a receita total de cada atividade aeroportuária e não regulada, na proporção dos custos da categoria (Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, 2011). Fica claro, que quando um aeroporto é classificado erroneamente, este pode receber reajustes que o favorecerão ou o prejudicarão conforme a classe que este estiver inserido no momento do rateio.

A maneira como é feita esta categorização por parte da ANAC não é explicitamente divulgada. Por este motivo, este artigo propõe o uso do método multicritério Electre Tri como ferramenta de apoio a decisão no momento de realizar a categorização dos aeroportos. O uso de um método específico para o procedimento oferece maior transparência ao processo, além de facilitá-lo substancialmente, principalmente quando o número de alternativas e/ou critérios for grande o bastante para tornar a tomada de decisão complexa ao decisor.

Com o uso do método Electre Tri é apropriado ao problema, pois com esse obtêm-se as categorias já ordenadas, da ‘melhor’ para a ‘pior’. Além disto, como o método utiliza-se de perfis de classes para realizar a comparação do desempenho das alternativas (aeroportos) em cada critério, a inserção ou retirada de uma alternativa não altera a classificação das demais alternativas, como ocorre em outros métodos de classificação.

Para atingir ao objetivo proposto este trabalho é dividido da seguinte maneira. A seção 2 apresenta a caracterização dos aeroportos no Brasil. A seção 3 descreve os procedimentos do método utilizado, ou seja, o Electre Tri. Na seção 4 faz-se a aplicação da metodologia no caso real dos aeroportos brasileiros, utilizando dados fornecidos pela ANAC. Por fim, algumas considerações finais são feitas na seção 5.

2. Administração aeroportuária

A administração aeroportuária é instrumento importante, pois permite melhorar o nível de serviço e as vantagens competitivas na região em que se insere. Para avaliar esse comportamento dos aeroportos, Felipe *et al.* (2006) considera o uso dos indicadores logísticos como ferramentas-chave do sistema de controle que permite ações e decisões orientadas para a estratégia. Para que as medidas sejam eficazes, ressalta a importância da análise dos fatores a serem utilizados.

O uso de indicadores é relevante devido à possibilidade da identificação dos entraves, e também serve como instrumento de análise dos custos e receitas, permitindo que seja feita uma distribuição mais apurada entre estes. Segundo Lima (2001), os motivos que fazem com que uma empresa avalie seu desempenho são: monitoração de variáveis e antecipação de ações dentro de uma postura preventiva; solução de problemas visando elevar níveis de satisfação em um processo de melhoria contínua, dissolução do sistema pela obsolescência de sua finalidade.

No Brasil, muitos aeroportos ainda apresentam problemas de baixa eficiência em suas atividades, quadro que merece destaque devido à proximidade com as olimpíadas e a copa do mundo.

2.1 Características dos aeroportos brasileiros

Conforme relatório da ANAC (2011), a categoria de aeroportos cujo total dos resultados das atividades aeroportuárias apresentarem a pior relação entre receitas e custos, em comparação ao total de receitas e custo das três categorias, obterá uma receita rateada maior. Desta forma, seu resultado, considerado o aporte da receita rateada, será

melhor, com menores déficits e, portanto, demandará uma recomposição tarifária menor. De modo inverso, a categoria cujo total dos resultados das atividades apresentarem melhor relação entre receita e custos obterá uma receita rateada menor que sua receita real e, portanto, seu resultado observado será depreciado, de modo a gerar uma recomposição tarifária maior do que aquela que seria necessária, se utilizada à receita real daquela atividade.

Esse mecanismo deve-se à estrutura do sistema aeroportuário administrado pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO). Assim, a Empresa deve extrair dos aeroportos superavitários os recursos financeiros necessários para sustentar aqueles deficitários, evitando a necessidade de grande majoração das tarifas desses últimos ou mesmo o aporte direto de recursos do Orçamento Geral da União para a sua manutenção.

A ANAC classificou os 66 aeroportos do Brasil em três categorias. A classificação considerada é a vigente no ano de 2011, conforme consta da Portaria nº 199/SIE, de 26 de fevereiro de 2007. A tabela 1 apresenta a participação da receita da categoria (R) na receita total da atividade; o fator de rateio (RR), sendo este calculado pela participação dos custos da categoria no custo total; e a diferença entre receita real e receita rateada (R-RR), em proporção da receita total, ou seja, o subsídio entre categorias. O fator de rateio determina a proporção da receita total que será rateada para a categoria. Todos os valores são porcentagens do total das três categorias.

Tabela 1 – Participação na Receita e Custo por Atividade

Atividades	Categoria 1			Categoria 2			Categoria 3		
	R	RR	R-RR	R	RR	R-RR	R	RR	R-RR
Embarque doméstico	81,97	77,82	4,16	17,89	20,84	-2,95	0,14	1,34	-1,20
Embarque internacional	99,84	99,59	0,25	0,16	0,18	-0,02	0,00	0,23	-0,22
Pouso e permanência domésticos	80,51	56,90	23,61	17,40	33,19	-15,79	2,08	9,90	-7,82
Pouso e permanência internacionais	91,89	86,12	5,77	8,03	12,86	-4,83	0,08	1,03	-0,94
Armazenagem e Capatazia	65,70	71,87	-6,17	34,30	28,09	6,21	0,00	0,03	-0,03
Atividades não reguladas	83,33	73,71	9,62	13,39	22,63	-9,24	3,28	3,67	-0,38
Todas as atividades	83,87	77,67	6,21	15,19	19,63	-4,44	0,93	2,70	-1,77

Fonte: ANAC, 2011.

Tomando-se como base a atividade de ‘Embarque doméstico’, na tabela 1, tem a diferença entre a participação na receita e nos custos de 4,16% para a Categoria 1 (81,97 - 77,82 = 4,16) e -2,95% na Categoria 2 (17,89 - 20,84 = -2,95). Com base nestes valores verifica-se que a Categoria 2 gera proporcionalmente mais custo do que receita em comparação à Categoria 1, nesta atividade. Com isto, o volume de subsídio cruzado que passará da Categoria 1 para Categoria 2, na atividade de ‘Embarque doméstico’, corresponderá a 2,95% do total da receita desta atividade.

Para verificar o montante de subsídio recebido na atividade de ‘Embarque doméstico’, em cada categoria, apresenta-se a tabela 2. Esta relata os valores da receita real e rateada, do resultado do exercício real e após o rateio, bem como do montante subsidiado.

Tabela 2 – Resultado da atividade ‘Embarque doméstico’ após o rateio

Classe	Receita Real	Resultado	Receita Rateada	Resultado após rateio	Subsídio
Categoria 1	422.081.279	-260.954.164	400.680.695	-282.354.748	-21.400.584
Categoria 2	92.107.864	-90.838.773	107.319.739	-75.626.898	15.211.875
Categoria 3	706.409	-11.047.614	6.895.118	-4.858.905	6.188.709

Fonte: ANAC, 2011.

Na tabela 2 verifica-se que na atividade de ‘Embarque doméstico’ da Categoria 2 recebeu como subsídio um valor de R\$ 15.211.875,00. Esse subsídio faz com que o déficit da atividade a ser recuperado seja menor do que seria sem essa metodologia de

rateio. Conseqüentemente, o resultado é um aumento menor das tarifas desta atividade da Categoria 2, comparado com o aumento que seria concedido caso o déficit a ser recuperado fosse calculado com base na receita real. A Categoria 1 representa uma redução de R\$ 21.400.584,00 de sua receita real. Dessa forma, pode-se dizer que as tarifas de pouso e permanência domésticas da Categoria 1 subsidiam a tarifas cobrada na Categoria 2 e 3.

Pelo mostrado no procedimento de subsídio realizado pode se ver a importância de uma categorização adequada aos aeroportos brasileiros.

2.2. Critérios para a categorização

Embora nenhuma explicação detalhada de como seja realizada a categorização foi encontrada nos dados da ANAC, alguns índices utilizados podem ser destacados, tais como: a Produtividade e a Eficiência. Os índices de produtividade de cada aeroporto são calculados com base no montante de passageiros e carga processados, por funcionário, de acordo com a equação 1. O índice de eficiência de cada aeroporto é dado pela equação 2.

$$\text{Índice de Produtividade da mão de obra} = \text{WLU/Funcionário} \quad (1)$$

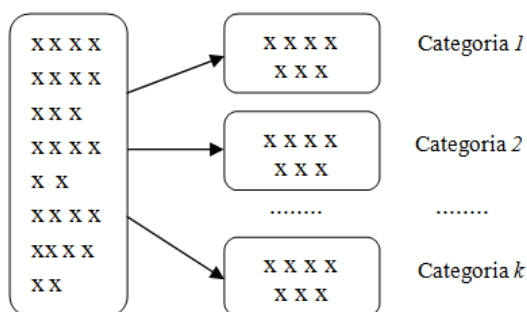
$$\text{Índice de Eficiência} = \text{WLU/Custo} \quad (2)$$

Nota: WLU (*Work Load Unit*) = PAX + (kg de CARGA)/100; Funcionário = funcionários orgânicos + funcionários terceirizados. Funcionários orgânicos são os funcionários contratados pela INFRAERO via concursos ou cargos comissionados ou, ainda, aqueles cedidos de outros órgãos, autarquias ou empresas públicas à Empresa. Os funcionários terceirizados são os funcionários de pessoas jurídicas contratadas pela INFRAERO para exercer, nesta Empresa, atividades específicas. Custo = Total de despesas contabilizadas em um determinado aeroporto em determinado ano, excluindo-se as despesas de Navegação Aérea.

Verifica-se que outros critérios para classificar os aeroportos podem ser utilizados, bem como, esses podem receber importância relativa distinta na decisão final sobre a categorização. Além disso, o uso de um método estruturado de avaliação dos aeroportos pelos critérios levantados é relevante por tornar o procedimento mais transparente e de fácil compreensão. É por esses motivos, que se propõem neste trabalho o uso de um método multicritério, o Electre Tri, para a categorização dos aeroportos. Sua descrição é realizada na sequência.

3. Metodologia proposta – Electre Tri

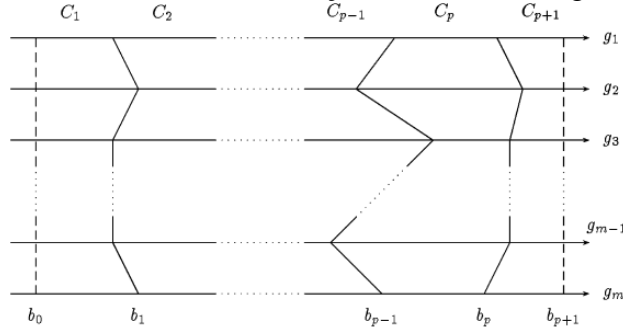
O método Electre Tri é designado a atribuir um conjunto de ações, objetos, alternativas ou itens em categorias. Neste artigo essas alternativas serão os aeroportos. As categorias são ordenadas e assume-se C_1 como a pior e C_k a melhor. Seja $C = \{C_1, \dots, C_h, \dots, C_k\}$ o conjunto de categorias (Figueira *et al.* 2005), o problema de classificação ordenada é como mostra a figura 1.



Adaptado de Mousseau & Slowinski (1998).

Figura 1. Problemática de classificação – categorias ordenadas

A atribuição de uma determinada alternativa 'a' em uma determinada categoria C_h resulta da comparação de 'a' com os perfis que definem os limites inferior e superior das categorias; b_h sendo o limite superior da categoria C_h e do limite inferior da categoria C_{h+1} , para todo $h = 1, \dots, k$, conforme figura 2. Para um determinado limite de categoria, b_h , esta comparação depende da credibilidade da afirmação aSb_h e b_hSa (Figueira *et al.* 2005).



Adaptado de Mousseau *et al.* (2000).

Figura 2. Definição das categorias usando os perfis

Após a determinação do índice de credibilidade (σ) deve-se introduzir um nível de corte λ da relação *fuzzy* a fim de obter uma rápida relação de sobreclassificação. Este nível pode ser definido como o índice de credibilidade de menor valor compatível com a afirmação aSb_h (Figueira *et al.* 2005). Segundo Mousseau & Slowinski (1998), determinar $\sigma(a, b_h)$, onde o valor de $\sigma(b_h, a)$ é calculado de forma análogamente, consiste em quatro etapas:

a) Calcular o índice de concordância parcial $c_j(a, b_h)$, $\forall j \in F$:

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 0 \rightarrow \text{if } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 \rightarrow \text{if } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} \quad \text{caso contrário} \end{cases} \quad (3)$$

b) Calcular o índice de concordância abrangente $c(a, b_h)$:

$$c(a, b_h) = \frac{\sum_{j \in F} k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j \in F} k_j} \quad (4)$$

c) Calcular o índice de discordância $d_j(a, b_h)$, $\forall j \in F$:

$$d_j(a, b_h) = \begin{cases} 0 \rightarrow \text{if } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1 \rightarrow \text{if } g_j(b_h) - g_j(a) > v_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) + g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} \quad \text{caso contrário} \end{cases} \quad (5)$$

d) Calcular o índice de credibilidade $\sigma(a, b_h)$ da relação de sobreclassificação:

$$\sigma(a, b_h) = c(a, b_h) \cdot \prod_{j \in \bar{F}} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - c(a, b_h)} \quad (6)$$

Em que, $\bar{F} = \{j \in F : d_j(a, b_h) > c(a, b_h)\}$.

O valor de $\sigma(a, b_h)$, $\sigma(b_h, a)$ e λ determinam a situação de preferência entre 'a' e 'b_h', em que:

a) $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e $\sigma(b_h, a) \geq \lambda \rightarrow aSb_h$ e $b_hSa \rightarrow aIb_h$, ou seja, 'a' é indiferente a 'b_h';

- b) $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e $\sigma(b_h, a) < \lambda \rightarrow a S b_h$ e não $b_h S a \rightarrow a \succ b_h$, ou seja, 'a' é preferível a 'b_h' (fracamente ou fortemente);
- c) $\sigma(a, b_h) < \lambda$ e $\sigma(b_h, a) \geq \lambda \rightarrow$ não $a S b_h$ e $b_h S a \rightarrow b_h \succ a$, ou seja, 'b_h' é preferível a 'a' (weakly or strongly);
- d) $\sigma(a, b_h) < \lambda$ e $\sigma(b_h, a) < \lambda \rightarrow$ não $a S b_h$ e não $b_h S a \rightarrow a R b_h$, ou seja, 'a' é incomparável a 'b_h'.

Com base nestas situações duas regras de categorizações podem ser utilizadas: a pessimista ou a otimista. O procedimento utilizado em cada uma é:

- *Regra pessimista.* Uma alternativa 'a' será atribuído a maior categoria C_h tal que $a S b_{h-1}$.
 - a) Compare 'a' sucessivamente com $b_r, r = k - 1, k - 2, \dots, 0$.
 - b) O limite b_h é primeira perfil encontrado tal que $a S b_h$. Atribuir 'a' na categoria C_{h+1} .
- *Regra otimista.* Uma alternativa 'a' será atribuído a menor categoria C_h tal que $b_h \succ a$.
 - a) Compare 'a' sucessivamente com $b_r, r = 1, 2, \dots, k - 1$.
 - b) O limite b_h é primeira perfil encontrado tal que $b_h \succ a$. Atribuir 'a' na categoria C_h .

Contudo, uma das principais dificuldades que o analista enfrenta, quando interage com um decisor a fim de construir um processo de auxílio à decisão, é o levantamento de vários parâmetros do modelo de preferência do DM. Segundo Mousseau & Slowinski (1998) os parâmetros necessários são: os perfis $g_j(b_h)$; o coeficientes de importância k_j ; os limiares de preferência $p_j(b_h)$, indiferença $q_j(b_h)$ e de veto $v_j(b_h)$; e a regra de atribuição (pessimista ou otimista). Para auxiliar neste ponto, Mousseau *et al.* (2000) apresentou um esquema geral para inferir estes parâmetros (para maiores informações consultar a fonte). Os cálculos realizados na sequencia são realizados com o auxílio do *software* ELECTRE TRI 2.0a.

4. Aplicando a metodologia no caso dos aeroportos brasileiros

Os dados utilizados neste trabalho foram extraídos do relatório da ANAC (2011) e no site da INFRAERO. São referentes aos 66 aeroportos brasileiros, de grande, médio e pequeno porte. Estes constituem as alternativas avaliadas as quais devem ser categorizadas em três classes.

Como já mencionado, a ANAC utiliza-se, principalmente, do índice de produtividade da mão de obra e do índice de eficiência para categorizar os aeroportos. Desta forma, quanto maior o valor que um aeroporto apresentar nesses índices, maiores são suas chances de ser classificado na categoria 1.

Contudo, o índice de eficiência considera o custo operacional em seu cálculo. No entanto, acredita-se, nesse trabalho, que um aeroporto que apresente custos relativamente baixos tenderá a ser classificado na categoria 1, principalmente quando executar um grande número de atividades (WLU) e tiver um grande número de funcionários. Porém, se esse aeroporto apresentar uma receita menor que seu custo, o mesmo pode ser prejudicado pela categorização à que pertence no momento da realização do subsídio cruzado.

Por este fato, considera-se importante, no momento de analisar os aeroportos, utilizar o resultado do exercício, ou seja, a receita menos o custo, ao invés de apenas o custo das operações. Desta forma, os critérios de desempenho levantados, mediante os dados disponibilizados pela ANAC, que servirão para análise das alternativas, para então classificar os aeroportos, são:

- ✓ Cr1 – WLU (*Work Load Unit*): refere-se à soma do número de passageiros (PAX) e da quantidade de carga processados (em kg) dividida por 100 ($PAX + (kg \text{ de CARGA})/100$). O PAX refere ao total de passageiros embarcados e desembarcados, domésticos e internacionais, inclusive os passageiros em trânsito; e a carga considera apenas a carga processada pelos Terminais de Carga (TECA).

Este critério é importante por ajudar a caracterizar o tamanho do aeroporto (pequeno, médio ou grande porte);

- ✓ Cr2 – Eficiência das operações: WLU/resultado do exercício;
- ✓ Cr3 – Produtividade da mão de obra: WLU/ número de funcionários;
- ✓ Cr4- Atividades internacionais: considera o resultado do exercício das atividades de embarque e pouso e permanência para os voos internacionais. O valor utilizado neste índice é a porcentagem que ambas as atividades representam em um aeroporto do total dessas atividades em todos os aeroportos. Este critério é importante para procurar categorizar na mesma classe os aeroportos que são representativos em termos de atividades internacionais, diferenciando os aeroportos pelos destinos e público circulante, uma vez que aeroportos com intenso tráfego internacional necessitam de maiores atenções como, por exemplo, na segurança. Aeroportos que apresentarem porcentagem zero quer dizer não são aeroportos internacionais ou que não executaram atividades internacionais no período de análise;
- ✓ Cr5- Resultado do exercício total, ou seja, relacionado a todas as atividades do aeroporto.

Outros critérios podem ser considerados, porém, neste artigo consideram-se os cinco critérios apresentados suficientes para demonstrar a metodologia proposta. Com base nestes critérios, objetiva-se categorizar os aeroportos em três classes básicas, com as seguintes características:

- ✓ Categoria 1: será constituída, preferencialmente, pelos aeroportos de grande porte em relação ao número de operações (número de passageiros e/ou carga e atividades internacionais), de maior rentabilidade e eficiência nas operações;
- ✓ Categoria 2: essa deverá ser composta, preferencialmente, pelos aeroportos de médio porte e com rentabilidade e eficiência intermediárias;
- ✓ Categoria 3: constituída pelos aeroportos de pequeno porte e com a menor rentabilidade e eficiência.

A categoria cujo total dos resultados das atividades aeroportuárias apresentar a pior relação entre receitas e custos, em comparação ao total de receitas e custo das três categorias, receberá um subsídio maior. Logo, objetiva-se conseguir com que a categoria 1 represente os aeroportos cujo resultado do exercício for o melhor quando comparado às demais categorias, seguidos dos aeroportos das categoria 2 e 3. Desta forma, pretende-se minimizar erros no rateio, devido à categorização equivocada de algum dos aeroportos.

É lógico que o desempenho dos aeroportos tende a oscilar de um ano para o outro. Por este fato, essa categorização deve ser revista com frequência. O uso de um método multicritério para tanto torna essa revisão periódica mais simples.

As tabelas de 3 a 5 apresentam a matriz avaliação alternativas VS. critérios para as categorias 1, 2 e 3, respectivamente. Como o método Electre Tri realiza comparações par a par, todas as avaliações devem estar na mesma escala de medida. Por este motivo, adota-se uma escala entre 0 e 100, em que 0 caracteriza a alternativa com 'pior' desempenho naquele critério e 100 a alternativa com o 'melhor' desempenho naquele mesmo critério.

Em todos os critérios objetiva-se o máximo valor de desempenho das alternativas (aeroportos). Logo, verifica-se que não há critérios conflitantes, o que se tem são alternativas muito boas em um critério e muito ruins em outros. Como exemplo, observa-se o aeroporto de Brasília, na tabela 3, em que se pode ver que esse apresenta a mais alta produtividade da mão de obra (Cr1=100,0), valores intermediários para o índice de eficiência (Cr2= 45,10), para o número de operações (Cr3 = 50,38) e para o resultado do exercício (Cr4=46,25), enquanto apresenta baixo valor em atividades internacionais (Cr5=29,62).

Tabela 3 – Matriz avaliação alternativa VS. critérios – Categoria 1

Aeroporto de	Código	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5
Brasília	1	100,00	45,10	50,39	46,25	29,62
Congonhas	2	99,15	100,00	56,07	53,42	30,81
Salvador	3	65,80	59,28	29,52	43,05	29,39
Curitiba	4	57,79	72,01	20,89	57,03	28,61
Fortaleza	5	52,68	51,69	17,38	48,35	29,08
Porto Alegre	6	52,48	54,43	24,15	46,86	27,10
Guarulhos	7	50,71	69,95	100,00	100,00	0,00
Florianópolis	8	49,16	54,07	8,65	49,20	30,53
Natal	9	48,82	63,75	7,91	45,08	33,82
Confins	10	48,78	43,11	23,59	48,65	33,58
Recife	11	41,31	63,70	22,56	35,42	34,87
Maceió	12	31,93	65,14	4,57	43,83	33,46
São Luís	13	30,83	64,25	4,03	47,07	32,59
Galeão	14	29,43	64,57	51,12	0,00	100,00
Belém	15	27,61	64,69	9,04	40,90	33,05
Manaus	16	27,19	63,16	15,31	41,98	31,07

A análise dos valores para categorizar o aeroporto pode ser uma tarefa tão complexa quando maior for o número de alternativas e critérios. É por este motivo que o uso de um método de apoio à tomada de decisão tornar o procedimento menos complexo e mais transparente.

Tabela 4 – Matriz avaliação alternativa VS. critérios – Categoria 2

Aeroporto de	Código	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5
Vitória	17	51,74	44,44	9,74	49,67	32,42
Cuiabá	18	50,88	62,66	6,84	47,18	32,53
J. do Norte	19	47,62	63,12	1,01	49,90	32,58
Santos-Dumont	20	45,05	63,85	20,87	35,71	32,26
Campo Grande	21	42,17	61,91	4,22	48,77	32,83
Goiânia	22	39,50	59,14	7,53	48,60	32,52
Foz de Iguaçu	23	36,80	64,31	3,31	47,60	32,48
Aracaju	24	34,36	64,41	2,97	47,76	32,58
Navegantes	25	29,43	59,68	2,49	49,79	32,57
Porto Velho	26	28,80	65,86	2,37	42,17	32,62
Uberlândia	27	24,91	65,25	2,33	46,73	32,58
Marabá	28	23,11	65,02	0,99	49,15	32,58
Campinas	29	22,47	0,00	21,61	49,88	42,66
Imperatriz	30	22,22	64,97	0,79	49,44	32,58
Santarém	31	21,91	64,33	1,48	49,15	32,58
Teresina	32	21,88	63,63	2,28	48,97	32,49
Ilhéus	33	21,29	64,63	1,47	48,94	32,55
João Pessoa	34	20,31	65,10	2,44	47,02	32,58
Londrina	35	19,12	65,22	2,34	46,82	32,58
Rio Branco	36	16,33	65,23	1,32	48,38	33,48
Macapá	37	16,17	65,31	1,92	47,22	32,87
Petrolina	38	13,18	65,92	0,93	46,74	36,03
Palmas	39	12,69	65,42	1,21	48,15	32,57
Pampulha	40	12,15	65,38	2,44	46,06	32,66
Joinville	41	11,52	64,92	0,90	49,35	32,59
Carajás	42	10,59	65,92	0,15	49,81	32,59
Boa Vista	43	10,33	66,06	0,77	46,01	33,90
Montes Claros	44	9,29	65,80	0,34	49,36	32,58
Campina Grande	45	8,28	65,83	0,33	49,35	32,58
Uberaba	46	5,10	66,05	0,29	48,78	32,59
Tabatinga	47	4,83	66,25	0,14	48,19	32,68
S. J. dos C.	48	4,62	66,15	0,27	48,24	33,91
Corumbá	49	4,39	66,29	0,11	47,91	32,86

Tabela 5 – Matriz avaliação alternativa VS. critérios – Categoria 3

Aeroporto de	Código	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5
Campo de Marte	50	22,19	65,65	1,27	47,30	33,02
Macaé	51	13,85	65,50	1,52	47,33	32,58
Altamira	52	9,65	66,03	0,28	48,94	32,58
Cruzeiro do Sul	53	7,93	66,22	0,39	45,61	33,13
Júlio César	54	6,71	66,06	0,10	49,87	32,59
Bacacheri	55	6,08	66,13	0,12	49,51	32,65
Carlos Prates	56	5,72	66,29	0,06	48,90	32,61
Jacarepaguá	57	4,27	67,20	0,46	51,45	32,66
Forquilha	58	2,35	66,21	0,03	49,99	32,61
Tefé	59	1,98	66,30	0,08	48,25	32,59
Pelotas	60	1,03	66,34	0,02	49,02	32,97
Uruguaiana	61	0,93	66,35	0,00	49,26	32,64
Paulo Afonso	62	0,79	66,34	0,01	49,56	32,58
Bagé	63	0,34	66,36	0,00	49,22	33,78
Campos	64	0,32	66,34	0,02	48,33	32,60
Ponta Porã	65	0,15	66,35	0,01	49,27	33,75
Parnaíba	66	0,00	66,35	0,00	49,75	32,59

Para proceder com o Electre Tri, alguns parâmetros devem ser estabelecidos. Para tanto, o papel de um analista é necessário na realização de uma etapa de elicitação das preferências do decisor ou grupo de decisores. No problema proposto, os decisores podem ser os diretores da ANAC, representantes do governo e até mesmo representantes dos aeroportos.

Na aplicação realizada neste artigo, adota-se como limiar de indiferença $q = 1$, limiar de preferência $p = 2$ e o nível de corte $\lambda = 0.76$. Além disto, os critérios serão considerados de igual importância, ou seja, de mesmo peso na decisão final, $k=1$. Como dito anteriormente, três classes devem ser criadas: 1, 2 e 3. Assim sendo, é preciso definir os perfis de classes necessários para a comparação das alternativas para posterior categorização. A tabela 6 apresenta os perfis para cada critério em análise, elicitados do decisor (fictício neste artigo). Estes valores são ilustrativos, porém viáveis, usados apenas com o intuito de demonstrar a aplicação da metodologia.

Tabela 6 – Perfis das classes para o Electre Tri

Perfis	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5
b_1	30	60	20	40	30
b_2	10	40	5	20	10

Com base nos valores aferidos, aplica-se o Electre Tri, a tabela 7 apresenta a categoria da ANAC e a categoria resultante da metodologia proposta pela versão pessimista. A versão Otimista do Electre Tri não é apropriada. Devido a grande proximidade dos valores das alternativas, esta versão categoriza todas as alternativas na categoria 1, não atendendo, portanto, o objetivo do trabalho.

Com o uso do Electre Tri, mediante os critérios adotados, os aeroportos Porto Alegre, Florianópolis, Galeão e Belém saíram da categoria 1 para a 2. Os aeroportos de Cuiabá, J. do Norte, Santos-Dumont, Campo Grande, Goiânia, Foz do Iguaçu, Aracaju, Navegantes e Porto Velho saíram da categoria 2 para a 1, enquanto os aeroportos de Campinas, Campina Grande, Uberaba, Tabatinga e São José dos Campos saíram da categoria 2 para a 3. E os aeroportos de Campo de Marte, Macaé e Altamira saíram da categoria 3 para a 2.

É interessante observar que se mantém uma coerência com a classificação da ANAC, pois, não há alteração entre as categorias 1 e 3, ou seja, no máximo os aeroportos mudam entre as categorias próximas. Outro fator a ser destacado é que o uso da metodologia depende de parâmetros bem estabelecidos e critérios definidos. Qualquer alteração pode alterar o resultado do problema.

Tabela 7 – Categoria da ANAC VS. Categoria proposta (Electre Tri)

<i>Categoria 1</i>		<i>Categoria 2</i>		<i>Categoria 3</i>	
<i>ANAC</i>	<i>Proposta</i>	<i>ANAC</i>	<i>Proposta</i>	<i>ANAC</i>	<i>Proposta</i>
Brasília	Brasília	Vitória	Porto Alegre	Campo de Marte	Campinas
Congonhas	Congonhas	Cuiabá	Florianópolis	Macaé	Campina Grande
Salvador	Salvador	J. do Norte	Galeão	Altamira	Uberaba
Curitiba	Curitiba	Santos-Dumont	Belém	Cruzeiro do Sul	Tabatinga
Fortaleza	Fortaleza	Campo Grande	Vitória	Júlio César	São J. dos Campos
Porto Alegre	Guarulhos	Goiânia	Uberlândia	Bacacheri	Cruzeiro do Sul
Guarulhos	Natal	Foz de Iguaçu	Marabá	Carlos Prates	Júlio César
Florianópolis	Confins	Aracaju	Imperatriz	Jacarepaguá	Bacacheri
Natal	Recife	Navegantes	Santarém	Forquilha	Carlos Prates
Confins	Maceió	Porto Velho	Teresina	Tefé	Jacarepaguá
Recife	São Luís	Uberlândia	Ilhéus	Pelotas	Forquilha
Maceió	Manaus	Marabá	João Pessoa	Uruguaiana	Tefé
São Luís	Cuiabá	Campinas	Londrina	Paulo Afonso	Pelotas
Galeão	J. do Norte	Imperatriz	Rio Branco	Bagé	Uruguaiana
Belém	Santos-Dumont	Santarém	Macapá	Campos	Paulo Afonso
Manaus	Campo Grande	Teresina	Petrolina	Ponta Porã	Bagé
	Goiânia	Ilhéus	Palmas	Parnaíba	Campos
	Foz de Iguaçu	João Pessoa	Pampulha		Ponta Porã
	Aracaju	Londrina	Joinville		Parnaíba
	Navegantes	Rio Branco	Carajás		
	Porto Velho	Macapá	Boa Vista		
		Petrolina	Montes Claros		
		Palmas	Corumbá		
		Pampulha	Campo de Marte		
		Joinville	Macaé		
		Carajás	Altamira		
		Boa Vista			
		Montes Claros			
		Campina Grande			
		Uberaba			
		Tabatinga			
		São J. dos Campos			
		Corumbá			

Finalizando a proposta, a tabela 8 apresenta o resultado para as três categorias após o rateio das atividades, para a categorização resultante do método Electre Tri.

Tabela 8 – Resultado das categorias após o rateio

Resultado pela ANAC					
<i>Classe</i>	<i>Receita Real</i>	<i>Resultado</i>	<i>Receita Rateada</i>	<i>Resultado após rateio</i>	<i>Subsídio</i>
<i>Categoria 1</i>	1.796.673.377	-174.550.282	1.605.612.173	-365.611.486	-191.061.204
<i>Categoria 2</i>	394.554.177	-255.910.910	529.820.478	-120.644.609	135.266.301
<i>Categoria 3</i>	32.740.417	-75.955.145	88.535.320	-20.160.242	55.794.903
Resultado pela PROPOSTA					
<i>Classe</i>	<i>Receita Real</i>	<i>Resultado</i>	<i>Receita Rateada</i>	<i>Resultado após rateio</i>	<i>Subsídio</i>
<i>Categoria 1</i>	1.477.948.549	-92.662.456	1.279.302.902	-291.308.103	-198.645.647
<i>Categoria 2</i>	542.772.143	-337.675.242	717.146.952	-163.300.433	174.374.809
<i>Categoria 3</i>	203.247.279	-76.078.639	227.518.117	-51.807.801	24.270.838

Nota-se, na tabela 8, que como esperado a categoria 1 é representada pela maior receita e conseguinte pelo maior subsídio repassado aos demais aeroportos. Isto corre, visto que a categoria corresponde aos aeroportos com maior número de operações, o que gera mais receita. Em comparação com resultado das categorias da ANAC, a proposta apresenta um resultado após rateio mais distribuído entre as categorias. Embora a categoria 1 continue subsidiando as demais em proporções similares à classificação da ANAC, seu resultado do exercício é melhorado, ou seja, a classificação resultante do

método proposto permite que o desempenho final dos aeroportos seja mais equilibrado entre as categorias.

5. Considerações finais

A INFRAERO parte da categorização dos aeroportos, dada pela ANAC, para fazer a redistribuição dos recursos, ou seja, o subsídio entre os aeroportos. Porém, não é relatado nenhum uso de uma metodologia específica à tomada da decisão quanto ao procedimento de categorização dos aeroportos. Por este fato, o trabalho partiu do pressuposto que uma categorização errônea pode acarretar em uma má distribuição deste subsídio, podendo prejudicar as operações de alguns aeroportos.

O uso do método Electre Tri mostra-se eficiente na categorização dos aeroportos. O método é capaz de realizar uma análise entre a performance das alternativas (aeroporto) em inúmeros critérios de desempenho. Uma limitação do método é a necessidade da inferência de parâmetros específicos. Qualquer parâmetro inferido erroneamente pode alterar a categorização. No entanto, após essa etapa de inferência dos parâmetros, o procedimento é simples, em que é possível atingir uma alocação de recursos de forma mais apropriada.

Acredita-se aqui, que o uso de um método multicritério de categorização dos aeroportos pode contribuir para que fique claro aos interessados como esta classificação ocorreu e em quais pontos um aeroporto deve melhorar para alterar sua categoria, caso isto seja do interesse do mesmo. No entanto, este artigo não se propõe a sugerir alteração na categorização existe para a resultante na aplicação no método, mas apenas apresentar uma metodologia passível de ser executada, que pode servir como apoio a tomada de decisão.

Essa categorização deve ser priorizada entre os aeroportos no Brasil devido a proximidade da copa do mundo e as olimpíadas que serão realizadas no país, assim tais fatores além das 3 categorias já existentes devem ser inseridas. Devem ser então adotadas medidas específicas para estes aeroportos para que os recursos não sejam descentralizados. Sendo, formado uma categoria específica para estes aeroportos que sediaram as competições, pelo fato dos elevados custos que eles terão para ampliações e adaptações necessárias para comportar eventos dessa magnitude, bem como as operações realizadas durante o evento como, por exemplo: aumento do nível de fiscalização e segurança.

Outra iniciativa desse trabalho foi à adoção do resultado do exercício (receita - custo) ao invés dos custos nas formulas de eficiência dos aeroportos. Acredita-se que o resultado do exercício apresenta mais informações sobre as condições do aeroporto, uma vez que um aeroporto com baixo custo pode ter uma receita menor ainda, enquanto outro com um custo maior que esse pode apresentar uma receita, proporcionalmente, ainda maior. Assim, o resultado do exercício pode representar melhor as finanças das atividades dos aeroportos. Uma análise econômico-financeira é necessária para verificar suas reais vantagens e é deixada como sugestão para trabalhos futuros. Deixa-se, também, como sugestão de trabalhos futuros uma análise econômica para diagnosticar as vantagens do uso do método proposto na alteração de um aeroporto de uma categoria a outra, e principalmente, as vantagens econômicas que cada categoria tem com uma melhor distribuição das receitas.

Referencias

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. *Relatório de desempenho operacional dos aeroportos*. 1ªed. Fevereiro de 2011. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/biblioteca2.asp>>.

FELIPE, D. S.; LIMA, M. G.; NOGUEIRA, R. Q. *Aspectos de Desempenho Competitivo: Um estudo exploratório com os atores do modal de carga aérea brasileiro*, Documento Interno, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil, 2006.

FIGUEIRA, J.; MOUSSEAU, V. & ROY, B. *Chapter 4.ELECTRE METHODS*. In: Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 78, n.3, p.133-153, 2005.

INFRAERO: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>.

LIMA JR., O. F. *Análise e Avaliação do Desempenho dos Serviços de Transporte de Carga*, In: Caixeta- Filho, J.V. e Martins, R.S. (eds.) *Gestão Logística do Transporte de Cargas*. Ed. Atlas, São Paulo, 2001.

MOUSSEAU, V. & SLOWINSKI, R. *Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples*. Journal of Global Optimization, Vol. 12, p. 157–174, 1998.

MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R. & ZIELNIEWICZ, P. *A user-oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support*. Computers & Operations Research, Vol. 27, p. 757-777, 2000.