

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DOS AEROPORTOS INTERNACIONAIS BRASILEIROS

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE BRAZILIAN INTERNATIONAL AIRPORTS

Mariana Rodrigues de Almeida

Doutoranda em Engenharia de Produção
Escola de Engenharia de São Carlos (USP)
Departamento de Engenharia de Produção
Avenida Trabalhador São-carlense, 400 - Centro
São Carlos-SP - Brasil - 13566-590
(16) 3373-8286 e almeidamariana@yahoo.com

Enzo Barberio Mariano

Mestrando em Engenharia de Produção
Escola de Engenharia de São Carlos (USP)
Departamento de Engenharia de Produção
Avenida Trabalhador São-carlense, 400 - Centro
São Carlos-SP - Brasil - 13566-590
(16) 3373-8286 e-mail: enzo.mariano@gmail.com

Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto

Profa. Livre Docente em Engenharia de Produção
Escola de Engenharia de São Carlos (USP)
Departamento de Engenharia de Produção
Avenida Trabalhador São-carlense, 400 - Centro
São Carlos-SP - Brasil - 13566-590
(16) 3373-9381 e-mail: daisy@sc.usp.br

RESUMO

O transporte aéreo é um importante instrumento para prover o desenvolvimento da economia nacional e mundial. Para isso, é necessário que essas infra-estruturas adotem técnicas para avaliar melhor seu desempenho operacional. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de aeroportos internacionais localizados em distintas regiões do país, utilizando a técnica Análise por Envoltória de Dados (DEA). Para realizar essa avaliação, conduziu-se um estudo de múltiplos casos, com uma amostra intencional de 26 aeroportos internacionais, com dados referentes ao ano de 2005 no Brasil. As variáveis empregadas nessa avaliação foram três inputs (área do pátio, capacidade dos terminais aeroportuários e número de posições de estacionamento para os aviões) e dois outputs (a movimentação de carga e a quantidade de passageiros embarcados e desembarcados). Em seguida, utilizou-se o BCC orientado para o output para identificar quais melhorias são necessárias para os aeroportos ineficientes, de maneira a incrementar o nível operacional.

Palavras-chave: Análise por envoltória de Dados, Eficiência, Aeroportos.

ABSTRACT

The aerial transport is an important tool to provide the development of the national and world economy. This work has as objective to evaluate the efficiency of international airports situated in different areas of the country, using the technique Data Envelopment Analysis (DEA). To accomplish that evaluation, a study of multiple cases was conducted, with an intentional sample of 26 international airports, and data referring to the years of 2005 in Brazil. Analysis of correlations was used to select the 0 variable most representative of this system and after that, it was calculated efficiency of the system for classic and inverted the borders by means of model BCC guided for output. Finally, it was possible to identify which improvements are necessary for the inefficient airports, in way to identify which improvements are necessary to operational level to reach the efficiency.

Key-words: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Airports.

1. INTRODUÇÃO

A globalização, marca da atual fase de expansão mundial, reflete um conjunto de transformações na ordem política e econômica das nações. O fenômeno causa a interligação acelerada entre os mercados, representando um desafio para os países, na busca por competitividade para suas empresas. Com isso, as empresas utilizam diversas técnicas na busca para alcançar uma maior produtividade e eficiência nas suas operações gerenciais.

A Análise por Envoltória de Dados (DEA) é uma das técnicas mais utilizadas no atual contexto competitivo, para auxiliar nas tomadas de decisões que visam alcançar uma maior eficiência e a aplicação dessa técnica está sendo bastante difundida em diversas áreas de pesquisa.

O transporte aéreo é um dos principais tipos de modais utilizados no comércio exterior. A partir disso, o presente artigo tem por objetivo avaliar a eficiência de aeroportos internacionais de distintos estados do Brasil no período de 2005, utilizando a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA). Este trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção 2, são apresentados os principais conceitos referentes à técnica de eficiência análise por envoltória de dados; na seção 3, sistematizam-se as principais bibliografias no contexto aeroviário; na seção 4, apresenta-se o método utilizado na pesquisa; na seção 5, têm-se a análise dos resultados; e na seção 6, são realizadas as reflexões finais.

2. ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS - DEA

A Análise por Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica baseada em programação linear, com o objetivo de medir o desempenho de unidades operacionais ou tomadoras de decisão (*Decision Making Units* - DMU), quando a presença de múltiplas entradas e múltiplas saídas torna difícil realizar uma comparação (LINS; MEZA, 2000).

O objetivo da técnica DEA é construir um conjunto de referência, permitindo a classificação das DMUs em unidades eficientes ou ineficientes, tendo como referencial a superfície formada por esse conjunto (SOARES DE MELLO et al., 2005). As unidades eficientes são localizadas sobre a fronteira enquanto as ineficientes localizam-se abaixo. A

Figura 1 ilustra esses conceitos:

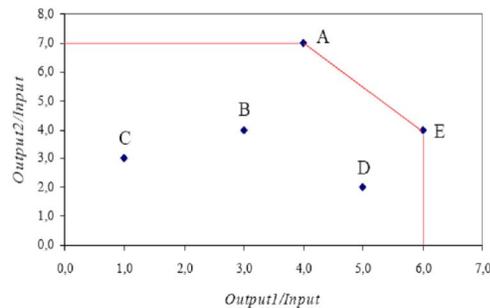


Figura 1: Fronteira de eficiência

Fonte: Soares de Mello et al. (2005, p.2531).

2.1 Modelos matemáticos

Os primeiros autores a modelar o problema do cálculo de eficiência foram Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. O modelo obtido foi denominado CCR, devido as iniciais de cada autor, (ou CRS - *Constant Returns to Scale*). Esse modelo calcula a eficiência total de uma DMU.

Banker et al. (1984), eliminando a necessidade de rendimentos constantes de escala, conceberam uma nova modelagem para o DEA, denominado BCC ou VRS (*Variable returns to scale*). Esse modelo estabelece distinção entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante, para futura exploração (CASA NOVA, 2002). A principal diferença entre os modelos CCR e BCC é o fator de escala que aparece apenas no modelo BCC. O modelo BCC é representado em [1], em que h_o é a eficiência da DMU_o em análise; x_{ik} representa o *input* i da DMU k , y_{jk} representa o *output* j da DMU_k; v_i é o peso atribuído ao *input* i , u_j é o peso atribuído ao *output* j ; u^* é um fator de escala.

$$\text{Max } h_o = \sum u_j y_{jo} + u^*$$

Sujeito a:

$$\sum v_i x_{i0} = 1 \quad [1]$$

$$\sum u_j y_{jk} - \sum v_i x_{ik} + u^* \leq 0, k= 1, \dots, s$$

$$v_i, u_j \geq 0$$

Busca-se aumentar a relação *output/input* e, portanto, o modelo pode ser orientado de duas formas: para a minimização dos insumos (denominador) ou para a maximização dos produtos (numerador). Por exemplo, no caso da orientação ser para minimização dos *inputs*, o modelo busca responder a seguinte questão: dado o nível de *outputs* que uma unidade produz qual a redução que pode ocorrer nos *inputs* de modo a manter o corrente nível de *outputs*? Já os modelos orientados para a maximização dos *outputs* procuram responder à questão: dado o nível de *inputs* utilizado, qual o maior nível de *outputs* que se pode alcançar mantendo-se o nível dos *inputs*?

2.2 Seleção das variáveis

Para selecionar as variáveis, Senra (2005) aponta que é essencial utilizar os procedimentos metodológicos como: (a) Método Multicritério; (b) Método Multicritério Combinatório Inicial; (c) Método Multicritério Combinatório por Cenários. Ademais, esse autor elucida, ainda, outros métodos como: (a) Método Multicritério Total e (b) Método Multicritério Total Simplificado. A partir desses métodos, será possível selecionar as variáveis de *input* e *output* mais representativas do sistema.

Por conseguinte, os cálculos da média, do desvio padrão, da regressão e da ANOVA se tornam essenciais para verificar se cada variável de *input* e *output* apresenta distorção em relação aos resultados finais (DYSON et al., 2001). Caso possuam baixo grau de correlação, os resultados poderão apontar uma interpretação menos concisa, o que pode comprometer a avaliação dos dados.

Além disso, para Dyson et al. (2001), algumas limitações na utilização do DEA podem ser listadas: (a) à medida que cresce o número de variáveis, aumenta também a chance de mais unidades alcançarem o desempenho máximo; (b) numa técnica não paramétrica, torna-se difícil formular hipóteses estatísticas; e (c) o DEA apenas analisa o desempenho “relativo”, mas converge muito vagarosamente para o desempenho “absoluto” porque está baseado em dados observados e não no ótimo ou no desejável. Para determinar a quantidade ideal de variáveis, segundo Cooper et al. (2000), o número de DMUs (n) deve ser relacionado com o número de insumos (m) e produtos (s) representado por [2].

$$n \geq \max \{m \times s ; 3 (m + s)\} \quad [2]$$

Segundo Golany e Roll (1989), o grande número de unidades pode diminuir a homogeneidade e isso pode aumentar a possibilidade de alguns resultados serem afetados por fatores exógenos. Smith (1997) identifica que a imprecisão do método pode aumentar com o número de variáveis.

Para finalizar, Golany e Roll (1989) identificam que os modelos DEA apresentam uma seqüência de etapas que podem ser compreendidas nas fases: (a) seleção das DMUs a entrarem na análise; (b) seleção das variáveis (insumos e produtos) que são relevantes e apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das DMUs selecionadas; e (c) identificação e aplicação dos modelos. A partir desse procedimento, é possível realizar uma avaliação de eficiência.

2.3 Fronteira invertida

A fronteira invertida, segundo Soares de Mello et al. (2005), foi introduzida por Yamada et al. (1994) e Entani et al. (2002). A fronteira invertida surgiu a partir da necessidade de se lidar com os inúmeros empates de DMUs com índices 100% eficientes, que são bastante comuns nesses modelos. Segundo Lins e Meza (2000), esses empates são causados pelo fato de, na Análise por Envoltória de Dados, as DMUs, poderem ser eficientes

atribuindo peso nulo a vários multiplicadores, o que era um dos principais problemas do DEA, que a perspectiva da fronteira invertida veio resolver.

Assim, buscou-se um índice que pudesse responder: **qual DMU seria a mais eficiente dentre as DMUs consideradas eficientes?** Segundo a perspectiva da fronteira invertida, a DMU mais eficiente é aquela que conseguir ter um desempenho mais equilibrado, ou seja, é aquela que conseguir produzir muito de todos os *outputs* e gastar pouco de todos os *inputs*, sem se destacar em nenhum especificamente. Nesse caso, a fronteira invertida tentará excluir do grupo de eficientes as DMUs que foram consideradas eficientes graças ao desempenho muito superior em apenas um único *input* ou em apenas um único *output*.

A técnica da fronteira de produção invertida tem como função corroborar a representatividade das empresas estudadas (YAMANDA et al., 1994; ENTANI et al., 2002). Após esse procedimento será possível obter um índice mais representativo combinado entre as fronteiras original e invertida, que fornecerá uma estimativa mais precisa da eficiência das unidades consideradas eficientes nos cálculos matemáticos (SOARES DE MELLO et al., 2005; GUEDES et al., 2006).

Segundo Novaes (2002), a fronteira invertida consiste simplesmente em considerar os *outputs* como *inputs* e os *inputs* como *outputs* e resolver o DEA normalmente. Pode-se sistematizar o cálculo da eficiência pela fronteira invertida por meio dos passos descritos a seguir.

1. Inverta os *inputs* e os *outputs* e resolva o problema de programação linear;
2. Baseado na perspectiva escolhida proceda normalmente, como se fosse a fronteira padrão, para encontrar a eficiência. Será encontrado um valor definido como a Eficiência Pessimista (E_{pess}) da DMU em análise;
3. Inverta o valor da eficiência pessimista encontrada ($1/E_{\text{pess}}$). Esse valor será um bom indicador da eficiência, porém ele será maior que 1 necessitando de uma normalização; e
4. Após serem encontradas as eficiências de todas as DMUs, normalize os dados, isto é, pegue o maior valor dentre as eficiências encontradas e divida a eficiência de todas as DMUs por ele, esse será o índice de eficiência da fronteira invertida (E_{fi}).

A Figura 2 apresenta um exemplo de uma fronteira invertida comparada com uma fronteira clássica para um modelo BCC.

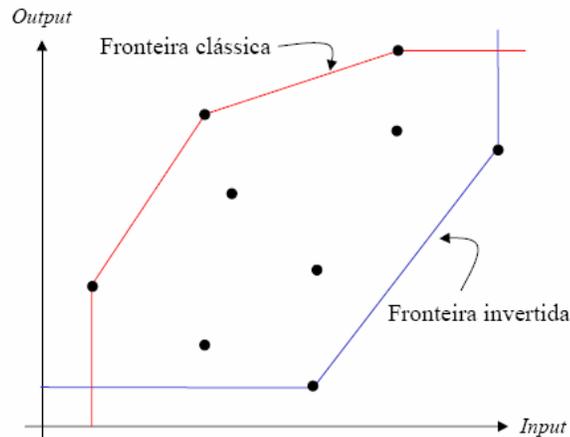


Figura 2: Fronteiras invertida e clássica.

Fonte: Soares de Mello et al. (2005)

Segundo Macedo et al. (2005), um índice que combine as eficiências da fronteira clássica e da fronteira invertida será capaz de fornecer uma visão de eficiência onde a DMU eficiente deve ter um bom desempenho naquilo em que ela é melhor, mas não pode ter um mau desempenho no critério em que ela for pior. O índice de eficiência combinada é obtido pela média aritmética entre os dois índices de eficiência.

3. DEA NO CONTEXTO DA INFRA-ESTRUTURA AEROVIÁRIA

A literatura internacional apresenta alguns trabalhos sobre avaliação de eficiência de aeroportos. Gillen e Lall (1997) adotam a análise por envoltória de dados para avaliar a eficiência gerencial de 21 aeroportos nos Estados Unidos referente à cinco anos (1989-1993). A análise dessa pesquisa foi desmembrada em duas fases para determinar a eficiência dos terminais: (a) de serviços; e (b) de movimentos.

Bazargan e Vasigh (2003) realizaram uma pesquisa para avaliar a eficiência de 45 aeroportos comerciais de maior importância dos Estados Unidos. Para isso, esses autores classificaram

sua amostra subdividindo-a em três categorias: (a) grande; (b) médio; e (c) pequeno porte. Os resultados dessa pesquisa apontam que os aeroportos pequenos são os mais eficientes.

A Espanha apresenta alguns trabalhos importantes nessa linha de pesquisa. Um dos principais trabalhos foi realizado por Martin e Roman (2001) que avalia a eficiência dos aeroportos depois de sua privatização. Essa pesquisa avaliou a eficiência de 37 aeroportos baseados nos dados de 1997, apresentando um debate importante acerca da contraposição da eficiência entre aeroportos públicos e privados. Os autores concluíram que alguns aeroportos obtiveram ganhos de eficiência advindos da privatização, mas que outros também podem conseguir, mesmo não sendo privatizados. Esse mesmo tema de pesquisa foi também objeto de investigação de Parker (1999) que avaliou a eficiência dos aeroportos privatizados britânicos.

Para finalizar a sistematização da bibliografia internacional, pode-se afirmar que uma das análises mais sofisticadas para o assunto da avaliação de desempenho foi conduzida por Abbott e Wu (2002), os quais se valeram de duas técnicas de eficiência (DEA e Índice Malmquist) para avaliar a eficiência de 12 aeroportos australianos, com base em dados de uma década (1990-2000).

A literatura nacional sobre Análise por Envoltória de Dados é incipiente no que tange ao assunto de infra-estrutura aeroviária. Com base na pesquisa bibliográfica, identificou-se apenas dois trabalhos que focam os aeroportos brasileiros. O objetivo de ambos os trabalhos é avaliar o desempenho dos aeroportos brasileiros, tendo em vista uma série de dados referentes ao ano de 1998. Para isso, Fernandes e Pacheco (2002) propuseram uma melhor utilização da capacidade para uma previsão futura de demanda, elevando o nível do serviço a um patamar mais apropriado. Em seguida, Pacheco e Fernandes (2003) identificaram caminhos para melhorar o desempenho em duas dimensões: (a) o gerenciamento e (b) as infra-estruturas físicas.

Ainda no contexto da análise da eficiência dos aeroportos, recentemente os autores (GUEDES et al., 2006) publicaram a avaliação de eficiência para 30 aeroportos brasileiros, utilizando Análise por Envoltória de Dados e os conceitos de fronteira invertida. Segundo esses autores, somente a fronteira invertida pode identificar anomalias apresentadas por meio dos indicadores.

4. MÉTODO E APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A pesquisa apresenta uma abordagem quantitativa com objetivo exploratório sobre uma amostra de 26 aeroportos internacionais localizados no Brasil, sendo pautada em uma pesquisa de múltiplos casos. Essa análise foi baseada nos dados coletados disponibilizados pela Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (INFRAEREO, 2007). Inicialmente, pelo método dos multicritérios, segundo Senra et al. (2005), foram selecionados cinco *inputs*: (a) área do pátio (m²); (b) capacidade dos terminais aeroportuários (m²); (c) a quantidade de garagens para estacionar os aviões; (d) o comprimento da pista; e (e) a área dos terminais aeroportuários e três *outputs* (a) a movimentação de carga (Kg); (b) a quantidade de passageiros embarcados e desembarcados (mil); e (c) a quantidade de aeronaves movimentada. A partir dessa seleção, foi necessário definir quais variáveis estavam correlacionadas entre si o que será detalhado na próxima seção.

Para selecionar o modelo e a sua respectiva orientação, foi necessário considerar que as infra-estruturas são variáveis fixas, devido à capacidade de investimento restrita, e que os *outputs* podem ser maximizados. Assim, com base na literatura, decidiu-se utilizar o modelo BCC orientado para o *output*. Para analisar os aeroportos, utilizaram-se os dados dos *inputs* e dos *outputs* concernentes ao período de 2005. Para validar esses cálculos, o *software Frontier Analyst Professional* foi utilizado no processamento dos dados e cálculo da eficiência.

5. ESTUDO DE CASO

O problema proposto foi desenvolvido utilizando alguns dos modelos e modelagens do DEA identificados nesse trabalho, tais como: o modelo BBC orientado ao *output* e, pelas fronteiras: clássica e invertida. O objetivo deste estudo de caso é avaliar a eficiência relativa para uma amostra de 26 aeroportos internacionais localizados no Brasil.

A representação dos dados desse problema pode ser analisada, conforme ilustra o Quadro 1. Sendo assim, é subdividido nos *inputs* e os *outputs* correlacionando com cada DMUs dado o seu respectivo valor de correlação.

Analisando-se a matriz de correlações pode-se eliminar o *input* “área do pátio”, que é muito correlacionado com o *input* “área do terminal” e o *input* “comprimento da pista” que apresenta baixa correlação com todos os *outputs*. Também pode-se eliminar o *output* “movimentação de aeronaves” que é fortemente correlacionado com o *output* “movimentação de passageiros”. Assim, deve-se excluir estas variáveis que estão fortemente ou fracamente correlacionadas porque o resultado obtido com elas seria tendencioso. Desse modo, a eficiência será calculada para três *inputs* (área do pátio, capacidade do terminal e número de posições de estacionamento de aviões) e dois *outputs* (movimentação de carga e de passageiros).

Quadro 1: Matriz de correlação entre as variáveis *inputs* e *outputs*

	Área do pátio	Comprimento da pista	Capacidade do terminal	Área do terminal	N. posições de estacionamento de aviões	Mov. Avião	Mov. Cargas (kg)	Mov. Passageiros
Área do pátio	1							
Comprimento da pista	0.118	1						
Capacidade do terminal	0.819	0.0300	1					
Área do terminal	0.950	0.052	0.895	1				
N. posições de estacionamento de aviões	0.781	-0.048	0.808	0.805	1			
Mov. Avião	0.481	0.036	0.871	0.610	0.615	1		
Mov. Cargas (kg)	0.590	0.025	0.738	0.633	0.738	0.561	1	
Mov. Passageiros	0.572	0.033	0.921	0.681	0.699	0.977		1

Nesse sentido, a relação entre o número de unidades (aeroportos), insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*), sugerida por Cooper et al. (2000), é satisfeita por (veja [2]): $26 \geq \max \{3 \times 2; 3 \times (3 + 2)\}$. De acordo com o método descrito, o Quadro 2 ilustra os resultados obtidos

para as eficiências dos aeroportos para o ano 2005, subdivididos em três categorias: (a) Fronteira clássica; (b) Fronteira invertida; (c) Índice de eficiência combinado.

As metas e os *benchmarks* das DMUs ineficientes devem ser calculados a partir da fronteira clássica. A fronteira invertida e o índice combinado, servirão apenas para discriminar dentre as DMUs eficientes da fronteira clássica, aquelas que foram eficientes de maneira mais uniforme, ou seja, aquelas que foram muito bem nos critérios em que elas são melhores, mas que não foram ruins nos critérios em que elas são piores.

Quadro 2: Classificação final das DMUs para o modelo BCC no período de 2005.

DMU (Aeroportos)	Fronteira clássica	Fronteira invertida	Índice combinado	DMU (Aeroportos)	Fronteira clássica	Fronteira invertida	Índice combinado
Bagé	100%	59.86%	79.93%	Guarulhos	100 %	34.25%	67.13 %
Belém	46.47%	40.62%	43.55%	Macapá	66.56 %	100%	83.28 %
Boa Vista	15.18%	34.25%	24.72%	Maceió	40.91%	43.11%	42.01 %
Brasília	100%	56.41%	78.21%	Manaus	100%	34.25%	67.13%
Campo Grande	100%	38.62%	42.63%	Natal	61.21%	42.43%	51.82%
Congonhas	100%	34.25%	67.13%	Pelotas	7.83%	34.25%	21.04%
Corumbá	9.31%	34.25%	21.78%	Porto Alegre	50.53%	36.51%	43.52%
Cruzeiro do Sul	100%	64.18%	82.09%	Porto Velho	21.99%	34.25%	28.12%
Curitiba	64.03%	49.67%	56.85%	Recife	61.3%	45.05%	53.18%
Florianópolis	100%	100%	100%	Rio Branco	35.99%	34.25%	35.12%
Fortaleza	75.25%	58.49%	66.86%	Salvador	65.49%	47.31%	56.40%
Foz de Iguaçu	27.26%	34.25%	30.76%	Uruguaiana	1.56%	34.25%	17.91%
Galeão	51.60%	34.25%	42.93%	Várzea Grande	89.29%	37.05 %	63.17%

A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que o aeroporto internacional de Florianópolis obteve eficiência total em 100% para todos os anos da amostra desta pesquisa.

O Quadro 3 apresenta os *benchmarks* calculados a partir das DMUs eficientes da fronteira clássica. Essas empresas *benchmarks* servirão de referencia para que os aeroportos ineficientes alcancem a eficiência.

Quadro 3: Discriminação das unidades utilizadas para realizar o *benchmarking* para cada unidade avaliada

DMU (Aeroportos)	Unidades <i>Benchmarks</i>	DMU (Aeroportos)	Unidades <i>Benchmarks</i>
Bagé	Eficiente	Guarulhos	Eficiente
Belém	Cruzeiro do Sul, Florianópolis, Guarulhos, Congonhas	Macapá	Eficiente
Boa Vista	Macapá, Cruzeiro do Sul, Florianópolis	Maceió	Macapá, Congonhas
Brasília	Eficiente	Manaus	Eficiente
Campo Grande	Macapá, Guarulhos, Congonhas	Natal	Macapá, Guarulhos, Congonhas
Congonhas	Eficiente	Pelotas	Manaus e Bajé
Corumbá	Macapá, Florianópolis, Bajé	Porto Alegre	Cruzeiro do Sul, Manaus, Congonhas
Cruzeiro do Sul	Eficiente	Porto Velho	Macapá, Brasília, Florianópolis, Guarulhos, Congonhas
Curitiba	Macapá, Brasília, Florianópolis, Guarulhos, Congonhas	Recife	Macapá, Guarulhos, Congonhas
Florianópolis	Eficiente	Rio Branco	Macapá, Guarulhos, Congonhas
Fortaleza	Macapá, Florianópolis, Guarulhos, Congonha	Salvador	Macapá, Florianópolis, Guarulhos, Congonhas
Foz de Iguaçu	Macapá, Congonhas	Uruguaiana	Macapá, Manaus e Bajé
Galeão	Guarulhos, Congonhas	Várzea Grande	Macapá, Guarulhos, Congonhas

6. REFLEXÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, foi possível identificar quais aeroportos necessitam melhorar o seu desempenho. Para isso, alguns deles precisam alocar mais recursos nas suas áreas de infra-estruturas, de maneira a melhorar a eficiência técnica, enquanto outros precisam aumentar ou diminuir a escala de produção.

Em termos de recomendações para pesquisas vindouras, sugere-se que os dados aqui analisados sejam utilizados em modelos matemáticos diferentes dos empregados, como os modelos aditivos e multiplicativos. Não obstante, as variáveis podem ser alteradas, inserindo-se as receitas operacionais, a quantidade de mão de obra e número de pistas, bem como identificar por meio de procedimentos matemáticos como a fronteira invertida poderá auxiliar ao gestor atingir as metas empresariais.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, M. & WU, S. Total factor productivity and efficiency of Australian airports, **The Australian Economic Review**, v..35, n. 3, p. 244–260, 2002.

BANKER, R.D.; CHARNES, A. & COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, **Management Science**, v. 30, p. 1078-1092, 1984.

BAZARGAN, M. & VASIGH, B. Size versus efficiency: a case study of US commercial airports, **Journal of Air Transport Management**, v. 9, p.187–193, 2003.

CASA NOVA, S.P.C. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. Tese de doutorad da Universidade de são Paulo, São Paulo, 2002.

CHARNES, A.; COOPER, W.W. & RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units, **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

COOPER, W.; SIEFORD, L. & TONE, K. **Data Envelopment Analysis, a Comprehensive Text with Models, Applications, Reference and DEA–Solver software**, Kluwer Academic Publishers, Norwell, 2000.

DYSON, R. G.; ALLEN, R.; CAMANHO A. S. & PODINOVSKI, V. V. Pitfalls and protocols in DEA, **European Journal of Operational Research**, v.. 132, p. 245-259, 2001.

ENTANI, T.; MAEDA, Y. & TANAKA, H. Dual Models of Interval DEA and its extensions to interval data. **European Journal of Operational Research**, v.136, p.32-45, 2002.

FERNANDES, E. & PACHECO, R.R. Efficient use of airport capacity, **Transportation Research Part A**, v. 36A, n. 3, p. 225-238, 2002.

GILLEN, D. & LALL, A. Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis, **Transportation Research–E**, v. 33, p. 261–273, 1997.

GOLANY, B. & ROLL, Y. An application procedure for DEA, **OMEGA Internacional Journal of Management Science**, Great Britain, v. 17, n. 3, p. 237-250, 1989.

GUEDES, E. C. C.; SANTOS, R. P. & CORREIA, A. R. **Airport Efficiency: a Comparative Approach with Data Envelopment Analysis and Inverted Frontier**. In: 10th Annual World Conference - Air Transport Research Society (ATRS), Nagoya, 2006.

INFRAEREO. **Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária**. On line. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br>>. Acesso em: 15/03/2007.

LINS, M. P. E. & MEZA, L. A. **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ, 2000.

MACEDO, M. A. S et. al. **Avaliação da Eficiência dos Investimentos em TI de Empresas de Tecnologia através da Análise Envoltória de Dados (DEA)**. In: VIII Seminários em Administração da USP - SEMEAD, São Paulo, Anais, 2005.

MARTIN, J.C. & ROMAN, C. An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization, **Journal of Air Transport Management**, v. 7, p.149–157, 2001.

NOVAES, L. F. L. **Envoltória Sob Dupla ótica aplicada na avaliação imobiliária em ambiente do sistema de informação geográfica**. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2002.

PACHECO, R.R. & FERNANDES, E. Managerial efficiency of Brazilian airports, **Transportation Research Part A**, v. 37A, n.1, p. 667-680, 2003.

PARKER, D. The performance of BAA before and after privatization—A DEA study, **Journal of Transport Economics and Policy**, v.33, part 2, 1999, p. 133-146, 1999.

SENRA, L.F. A. C.; NANJI, L. C. & MEZA, L. A. **Revisão Dos Métodos Totais De Seleção De Variáveis em DEA**. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO). Gramado, RS, 2005.

SMITH, P. Model Misspecification in Data Envelopment Analysis, **Annals of Operational Research**, v. 67, p. 141–161, 1997.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B; MEZA, L.A.; GOMES, E.G. & BIONI NETO, L. **Curso de Análise de Envoltória de Dados**, In: Anais XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO). Gramado, RS, 2005.

YAMANDA, Y.; MATUI, T. & SUGIYAMA, M. New analysis of efficiency base on DEA. **Journal of the Operations Research Society of Japan**, v. 37, n.2, p.158-167, 1994.

