

Eficiência financeira dos aeroportos brasileiros: uma análise envoltória de dados¹

Financial efficiency of brazilian airports: a data envelopment analysis

Ana Elisa Périco² – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara – Dep. de Economia
Naja Brandão Santana³ – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Dep. de Eng. de Produção
Érika Capelato⁴ – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara – Dep. de Economia

RESUMO A eficiência adquiriu maior relevância entre as organizações no cenário de mercados abertos, que teve início no Brasil, por volta dos anos 90. O objetivo deste artigo é analisar, por envoltória de dados, a eficiência dos aeroportos brasileiros, utilizando as bases de dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), dos períodos de 2009, 2010 e 2011. A técnica foi aplicada para os 16 aeroportos internacionais brasileiros, considerando variáveis financeiras. Os resultados apontaram que o porte de um aeroporto não foi determinante para atribuir a eficiência a cada um deles, embora seja critério relevante para impulsionar melhorias no desempenho dos mesmos. Convém salientar, também, que a utilização dos recursos (*inputs*) para o alcance do produto (*output*) foi o critério mais relevante na busca do bom desempenho e da eficiência aeroportuária no estudo aqui apresentado.

Palavras-chave Aeroportos internacionais. Análise Envoltória de Dados. Eficiência financeira.

ABSTRACT *Within the setting of open market organizations, which in Brazil began to appear around the 1990s, efficiency has gained greater relevance. The objective of this paper is to study the efficiency of Brazilian airports through data envelopment analysis, using the Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) and Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) databases from 2009, 2010, and 2011. The method was applied to study 16 Brazilian international airports with regards to financial variables. This approach showed that an airport's size did not determine its efficiency. The use of resources to achieve production was the most relevant criterion for investigating the airport's good performance and efficiency in the study presented herein.*

Keywords *Brazilian international airports. Data Envelopment Analysis. Financial efficiency.*

1. Artigo premiado no XXI SIMPEP e avaliado na modalidade *fast track* pela Revista GEPROS
2. Rodovia Araraquara - Jaú, km 1, CEP:14800-901, Araraquara /SP, anelisa@fclar.unesp.br
3. usnaja@sc.p.br
4. erika@fclar.unesp.br

PÉRICO, A. E.; SANTANA, N. B.; CAPELATO, E. Eficiência financeira dos aeroportos brasileiros: uma análise envoltória de dados. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 10, nº 3, jul-set/2015, p. 83-96.

DOI: 10.15675/gepros.v10i3.1275

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo o Brasil não realizou investimentos condizentes às necessidades na área de infraestrutura, em todas suas modalidades. Diversos motivos contribuíram para tal situação, especialmente, a estagnação econômica que predominou por um longo período de tempo no país.

De 2000 a 2010, comparativamente à década anterior, foi possível notar um crescimento econômico mais expressivo, resultando no aumento do número de pessoas empregadas, geração de renda, maior consumo e, conseqüentemente, redução da pobreza.

Com um cenário mais positivo, em 2007, o Governo Federal lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), cujos investimentos eram destinados ao financiamento de obras de infraestrutura. Assim, mesmo com a retomada dos investimentos, ainda em quantidade aquém da necessária, era possível identificar grandes gargalos.

Atualmente, um dos gargalos mais destacados é o relacionado à infraestrutura aeroportuária. O processo de desregulamentação do setor, ainda que restrito e ocorrido na década de 90, aliado ao crescimento econômico observado na última década, resultaram em um incremento considerável da demanda por serviços aéreos.

A partir dessa contextualização, esse artigo tem como objetivo investigar, por meio da análise envoltória de dados, a eficiência de 16 aeroportos internacionais do país, no período de 2009 à 2011, considerando aspectos financeiros.

Esse trabalho está relacionado com a literatura que investiga a importância das infraestruturas de transportes para o desenvolvimento socioeconômico, assim como a questão da ausência das mesmas como fator estrangulador do crescimento e desenvolvimento regional.

Ressalta-se que, para o caso das infraestruturas aeroportuárias, além dos impactos que contribuem diretamente para o desenvolvimento socioeconômico, deve ser levada em conta, ainda, a relevância para o setor de turismo. Este ponto merece destaque considerando os dois grandes eventos esportivos internacionais com sede no país, a Copa do Mundo (realizada em 2014) e as Olimpíadas (a ser realizada em 2016).

Não há na literatura nacional muitas pesquisas que contemplem a temática de eficiência aeroportuária. Isso se deve, principalmente, à dificuldade de obtenção de dados confiáveis e padronizados até o ano de 2011, quando a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) começou a elaborar e divulgar o Relatório Anual de Desempenho Operacional dos Aeroportos Brasileiros. O primeiro relatório divulgado apresentou dados de 2009 e 2010; os seguintes fizeram referência ao ano imediatamente anterior. Antes desse período, os dados não eram padronizados e eram obtidos junto aos próprios aeroportos e, por vezes, junto à Infraero.

Ainda com todas as dificuldades, alguns trabalhos foram realizados, Kabbach-Castro (2008) apresentou uma comparação significativa de desempenho de 61 aeroportos brasileiros nacionais e internacionais; Souza (2010) investigou a eficiência de 138 aeroportos de várias partes do mundo no ano de 2005, inclusive Almeida *et al.* (2007) analisaram a eficiência 26 aeroportos internacionais.

O trabalho aqui apresentado complementa essa discussão e diferencia-se em dois aspectos: o período e a abordagem de análise. Em relação ao primeiro aspecto, esta pesquisa contemplou um período posterior ano de 2005. Este ano marca o início do processo de liberalização tarifária, além de fazer parte de uma década cujo crescimento econômico foi mais expressivo, resultando em um grande aumento da demanda por transporte aéreo, o que exigiu maior utilização dos aeroportos

brasileiros. Com a maior utilização dos aeroportos, aumentam-se as despesas e receitas e as fragilidades ficam mais expostas, contribuindo para a análise de eficiência. O segundo aspecto refere-se às variáveis utilizadas para analisar a eficiência dos aeroportos. Não há pesquisas nacionais que contemplem características financeiras dos aeroportos internacionais brasileiros.

O presente artigo está estruturado da seguinte maneira: a segunda seção apresenta uma revisão de literatura, contemplando pesquisas internacionais sobre eficiência aeroportuária; a terceira seção apresenta alguns pontos relevantes acerca da técnica utilizada nessa pesquisa, a Análise Envolvória de Dados. A seção 4 apresenta o método de pesquisa utilizado e a quinta seção é destinada à apresentação dos principais resultados, assim como discussões e análises. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais.

2. EFICIÊNCIA AEROPORTUÁRIA

Graham (2001) menciona alguns impactos econômicos e sociais provocados pela existência dos aeroportos, tais como os impactos de renda emprego, investimentos, receitas de impostos e taxas (relativas às atividades econômicas do aeroporto), desenvolvimento do turismo e investimentos em infraestruturas remotas (armazéns, filiais de empresas, melhoria na estrutura urbana) etc.

Para promover tais impactos, é necessário que o aeroporto seja eficiente e que atenda, de forma adequada, às demandas por seus serviços. Nesse sentido, não há, na literatura sobre eficiência aeroportuária, uma definição precisa de como deve ser medida a eficiência de um aeroporto.

Curi *et al.* (2011), utilizou a Análise Envolvória de Dados para estimar a eficiência de 18 aeroportos italianos no período de 2000 à 2004. Para os autores, a dimensão dos aeroportos não permite vantagens em termos de eficiência operacional, mas permite vantagens de eficiência financeira para o caso de *hubs* e desvantagens para o caso de aeroportos menores. Diversos outros trabalhos foram desenvolvidos para analisar a eficiência de aeroportos em vários países.

O trabalho de Lozano e Gutiérrez (2011) analisou a eficiência de 41 aeroportos espanhóis, com dados do ano de 2006. As variáveis de *inputs* utilizadas foram: área total das pistas, capacidade de processamento de passageiros, número de esteiras de bagagens, número de balcões de *check in* e número de portões de embarque. Os *outputs* foram: movimento de aeronaves, movimento de passageiros e movimento de carga. Os resultados indicaram que metade dos aeroportos investigados foi considerada tecnicamente eficiente. Além disso, o retorno crescente de escala prevaleceu na maior parte dos aeroportos.

Já o trabalho de Yang (2010) estimou a eficiência de 12 aeroportos internacionais na região da Ásia-Pacífico com base em dados do período 1998 à 2006. Foram aplicadas as técnicas de análise envolvória de dados e análise de fronteira estocástica para calcular as estimativas de eficiência. As variáveis de *inputs* utilizadas foram: número de empregados, número de pistas e custos operacionais. A variável de *output* foi a receita operacional. Os resultados foram discutidos em duas perspectivas: de gestão e análise matemática. A partir da perspectiva de gestão, os resultados sugeriam que os aeroportos deveriam destinar seus recursos mais para investimentos do que para recursos humanos. A partir da perspectiva de análise matemática, determinou-se que os desvios da fronteira eficiente eram em grande parte atribuídos a ineficiência técnica. Ajustar o tamanho da escala de produção poderia melhorar a eficiência dos aeroportos investigados.

No trabalho de Barros e Dieke (2008) foi calculada a eficiência dos aeroportos italianos em duas fases. Na primeira fase foi estimada a eficiência relativa dos aeroportos, a partir da análise envoltória de dados. Os resultados obtidos classificaram esses aeroportos de acordo com sua produtividade total, no período de 2001-2003. Na segunda fase, o procedimento de Simar e Wilson (2007) foi utilizado para classificar os escores DEA, a partir de uma regressão truncada. As variáveis de *inputs* utilizadas pelos autores foram: custos de mão-de-obra, custo de capital e custos operacionais (excluindo os custos de mão-de-obra). Os *outputs* foram: número de passageiros, movimento de aeronaves, carga geral movimentada, receita não aeronáutica e receita aeronáutica. Os resultados obtidos indicam que grande parte dos aeroportos italianos investigados apresentou eficiência técnica, e alguns deles não apresentaram eficiência de escala. Os autores concluíram que a dimensão do aeroporto fez diferença para os resultados de eficiência obtidos. De uma forma geral, os aeroportos foram considerados bem gerenciados, e foi possível observar que alguns aeroportos apresentaram retornos decrescentes de escala, enquanto outros, retorno crescente de escala.

O trabalho de Martin e Roman (2006) investigou, por meio da análise envoltória de dados e SMOP (*Surface Measure of Overall Performance*), a eficiência de 34 aeroportos espanhóis para o ano de 1997. As variáveis de *inputs* utilizadas foram: custo de mão-de-obra, custo de capital e custos de materiais. Os *outputs* foram os seguintes: movimentação de aeronaves, movimentação de passageiros, quantidade processada de carga total, receitas não aeronáutica e receitas aeronáutica. Os resultados obtidos em ambas as técnicas sinalizaram que os aeroportos maiores alcançaram maior nível de eficiência.

Oum et. al (2008) investigaram como as diferentes formas de propriedade afetam a eficiência das operações aeroportuárias dos principais aeroportos do mundo. As variáveis de *inputs* utilizadas pelos autores foram: custo de mão-de-obra, número de pistas, área do terminal de passageiros, bens e materiais comprados e serviços contratados (terceirizados inclusos). Ressalta-se que as duas últimas variáveis foram agregadas em uma, nomeada de “non-labor variable”, que incluiu todas as despesas não relacionadas com despesas de capital e trabalho. As variáveis de *outputs* foram: número de passageiros, movimento de aeronaves e receita não aeronáutica. Os autores consideraram, ainda, que o desempenho dos aeroportos é afetado por variações nos ambientes regulatório e institucional, bem como características particulares de aeroportos e as condições de mercado. Assim, foram considerados nas análises outros aspectos também, tais como: porcentagem de passageiros internacionais no tráfego total de passageiros (por aeroporto), porcentagem do tráfego de carga no total de tráfego (por aeroporto) e dummies regionais. As principais conclusões foram: (a) a propriedade mista de aeroportos deve ser evitada; (b) aeroportos dos Estados Unidos operados por autoridades portuárias deveriam considerar transferir a propriedade/gestão para autoridades aeroportuárias independentes; e (c) a privatização de um ou mais aeroportos em cidades com vários aeroportos pode melhorar a eficiência de todos os aeroportos.

E, por fim, o trabalho de Lin e Hong (2006) utilizou a análise envoltória de dados para avaliar o desempenho operacional de 20 aeroportos distribuídos pelo mundo. O artigo classificou os aeroportos em três categorias: propriedade pública, propriedade público-privada (misto) e propriedade privada. As variáveis de *inputs* utilizadas foram: número de empregados, número de pistas, número de vagas de estacionamento, número de esteiras de bagagens e números de praças de manobras. Os *outputs* foram: número de passageiros e movimento de carga. Os resultados indicaram que o tipo de propriedade e o tamanho do aeroporto não eram correlacionados com o desempenho operacional do mesmo. Em contrapartida, a existência de um aeroporto *hub*, a localização do aeroporto e a taxa de crescimento do país em que o aeroporto está localizado estão relacionados com o desempenho operacional dos mesmos.

É possível observar que a literatura apresenta uma grande diversidade de modelos dentro de diferentes abordagens de eficiência, buscando sempre maior atuação dos tomadores de decisão.

3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

A DEA é uma técnica gerencial utilizada para a avaliação e a comparação de unidades organizacionais. Ao englobar um grande número de informações, transformando-as em um único índice de eficiência global relativa, essa técnica auxilia a tomada de decisões.

Essa técnica é não paramétrica, pois não utiliza uma função de produção pré-definida, idêntica para todas as organizações na análise do relacionamento *input-output*.

A DEA pode ser considerada como um corpo de conceitos e metodologias que está incorporada a uma coleção de modelos, com possibilidades interpretativas diversas (CHARNES *et al.*, 1997). Os modelos mais largamente utilizados são o CCR e o BCC. No entanto, devido ao fato de nesse trabalho o modelo BCC com orientação para o *output* ser utilizado, somente ele será apresentado.

3.1. Modelo BCC

Criado por Banker *et al.* (1984), esse modelo distingue entre ineficiência técnica e de escala, estimando a eficiência técnica pura a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes ou constantes, para futura exploração. Livre das dificuldades advindas de considerar a escala de produção, o modelo possibilita a utilização de unidades de referência de portes distintos. O modelo BCC com orientação ao *output* é apresentado na Figura 1:

Figura 1 – Equação 1.

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^n v_i x_{ki} + v_k \quad (1) \text{ Sujeito a:}$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{jr} - \sum_{i=1}^n v_i x_{jr} - v_k \leq 0 \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (4)$$

Considerando: $y = \text{outputs}$, $x = \text{inputs}$; $u, v = \text{pesos}$; $k = \text{n}^\circ \text{ DMUs}$; $r = 1, \dots, m$; $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$.

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

O objetivo do modelo BCC com orientação ao *output* é a maximização do nível de produção, utilizando, no máximo, o consumo de *inputs* observados. As variáveis u_k e v_k são introduzidas representando os retornos variáveis de escala. Essas variáveis não atendem à restrição de positividade, podendo assumir valores negativos.

3.2. Etapas de aplicação dos modelos DEA

Para a aplicação dos modelos DEA é necessário uma sequência de etapas, sendo elas: (a) Seleção das unidades a entrarem na análise; (b) Seleção das variáveis (*input* e *output*) apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das unidades selecionadas; e (c) Identificação da orientação do modelo e retornos de escala.

Na seleção das unidades, a primeira observação a ser feita diz respeito à homogeneidade das unidades (DMUs). As unidades a serem avaliadas necessitam ser suficientemente semelhantes, de forma que a comparação faça sentido, mas também suficientemente diferentes, de forma que possamos discriminá-las.

Já para a seleção das variáveis, a técnica DEA considera, inicialmente, uma grande lista de possibilidades. O acréscimo de muitas variáveis reduz a capacidade da DEA de discriminar as DMUs eficientes das ineficientes.

Norman e Stoker (1991) propuseram um procedimento sistematizado para validação de variáveis pré-selecionadas, inspirado no método *stepwise* (passo a passo). O método parte de um par de *input-outputs* inicial, calcula o *score* de eficiência das DMUs com base neste par, e os coeficientes de correlação de todas as demais variáveis com estes *scores*. Para selecionar a próxima variável a entrar no modelo, a lista de variáveis é percorrida em ordem decrescente do módulo do coeficiente de correlação. O objetivo é incorporar a variável que permitirá um melhor ajuste das DMUs à fronteira de eficiência.

Variáveis adicionais são acrescentadas e é escolhido, para a continuidade do algoritmo, aquele cenário com maior eficiência média. A seleção termina quando a variável adicionada não produz incremento significativo à eficiência média.

Na terceira etapa, que consiste na identificação da orientação do modelo e retornos de escala, são definidos os modelos que melhor representam a tecnologia de produção.

O modelo de eficiência pode responder a qualquer uma das duas perguntas: (i) As unidades produzem determinado nível de *output*, ora, quanto é possível reduzir os *inputs* mantendo o nível atual de *output*? Isto significa minimizar os *inputs*; e (ii) As unidades utilizam determinado nível de *input*, qual é o maior nível de *output* que pode ser alcançado com esse nível de *input*? Isto significa maximizar os *outputs*.

A relação entre *inputs* e *outputs* é denominada retorno de escala. São duas as possibilidades de retornos nos modelos DEA: retorno constante de escala (CCR) e retornos variáveis de escala (BCC).

4. MÉTODO DE PESQUISA

Nesta seção são apresentados os passos de procedimento adotados na parte empírica do trabalho.

4.1. A base de dados

Os dados utilizados foram os registros dos Relatórios de Desempenho Operacional dos Aeroportos, obtidos no site da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2013).

A definição do período de análise, 2009-2011, foi devida à disponibilidade de dados pela Anac, optando por considerar períodos recentes com dados totalmente padronizados.

4.2. A amostra

A amostra investigada por esse trabalho foi constituída pelos 16 aeroportos internacionais brasileiros. A delimitação se deu pelo fato de a Anac disponibilizar dados desagregados somente para essa categoria de aeroportos. Buscou-se trabalhar com aeroportos de diferentes portes, de forma a permitir que a análise fosse feita também considerando esse aspecto. O Quadro 1 apresenta os aeroportos que foram investigados.

Quadro 1 – Aeroportos investigados.

Aeroporto Internacional de Guarulhos (SP)	Aeroporto Internacional de Confins (MG)	Aeroporto Internacional de Manaus (AM)
Aeroporto Internacional de Congonhas (SP)	Aeroporto Internacional de Porto Alegre (RS)	Aeroporto Internacional de Florianópolis (SC)
Aeroporto Internacional de Brasília (DF)	Aeroporto Internacional de Recife (PE)	Aeroporto Internacional de Belém (PA)
Aeroporto Internacional de Galeão (RJ)	Aeroporto Internacional de Curitiba (PR)	Aeroporto Internacional de Natal (RN)
Aeroporto Internacional de Maceió (AL)	Aeroporto Internacional de Fortaleza (CE)	
Aeroporto Internacional de Salvador (BA)	Aeroporto Internacional de São Luís (MA)	

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

4.3. Seleção de variáveis e aplicação do modelo

A partir do banco de dados disponível e da literatura consultada, as variáveis foram pré-selecionadas (Quadro 2).

Quadro 2 – Variáveis pré-selecionadas.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Despesas com depreciação e remuneração (dos bens da União e da Infraero)	Receita aeronáutica
Despesas Operacionais Aeronáuticas	Receita não aeronáutica
Despesas Não Aeronáuticas	

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

Após a pré-seleção das variáveis, foram testadas e selecionadas as variáveis que de fato compuseram o modelo. Para isso, utilizou-se procedimento *stepwise*, sugerido pela literatura sobre DEA. A Tabela 1 apresenta as correlações mais significativas entre as variáveis de *input* e *output*.

Tabela 1 – Coeficientes de Correlação entre *inputs* e *outputs*.

	Receitas aeronáuticas	Receitas não aeronáuticas
Despesas com depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero	0,83	0,89
Despesas operacionais aeronáuticas	0,94	0,92
Despesas não aeronáuticas	0,78	0,86

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

A escolha para o par inicial de *input* x *output* recaiu sobre Despesas Operacionais Aeronáuticas e Receitas Aeronáuticas. O modelo inicial foi feito a partir dessas duas variáveis. A Tabela 2 apresenta os resultados da análise para as etapas de inclusão de variáveis.

Tabela 2 – Etapas de inclusão de variáveis.

	Modelo Inicial	1ª Etapa	2ª Etapa	Etapa Final
Eficiência Média	61,18	77,22	85,59	90,95
Desvio-Padrão da Eficiência	20,80	20,91	16,77	13,74
Coefficiente de Variação	0,34	0,27	0,19	0,15
Variância	405,75	410,09	263,74	177,16
Mínimo	32,38	39,66	58,61	58,61
Mediana	58,62	72,50	96,29	100
Máximo	100	100	100	100
Nº de aeroportos eficientes	1	6	7	9
Aeroportos com indicador <50%	5	2	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

O resultado da aplicação do modelo inicial resultou na eficiência média de 61,18%, sendo que um aeroporto foi considerado eficiente e cinco tiveram seus respectivos índices de eficiência abaixo de 50%.

Calculada a correlação de cada variável que restou com o escore de eficiência obtido no modelo inicial, identificou-se que a variável de *input* despesas com depreciação e remuneração dos bens da União e Estado possuía mais alta correlação.

O resultado da aplicação deste modelo, com três variáveis (despesas operacionais aeronáuticas, despesas com depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero e receitas aeronáuticas), resultou em uma eficiência média de 77,22%; seis aeroportos foram classificados como eficientes e dois obtiveram índice de eficiência abaixo de 50%.

Calculou-se, então, a correlação de cada variável restante com o escore de eficiência obtido, a partir das três variáveis anteriormente selecionadas. O resultado de tal procedimento permitiu que fosse incorporada a variável receitas não aeronáutica ao modelo. Assim, o resultado considerando as quatro variáveis (despesas operacionais aeronáuticas, despesas com depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero, receitas aeronáuticas e receitas não aeronáuticas) demonstrou que a eficiência média dos 16 aeroportos foi de 85,59%, sendo que sete aeroportos foram classificados como eficientes e nenhum obteve indicador de eficiência menor que 50%.

Uma vez alcançado o ponto de parada, o modelo final considerou as seguintes variáveis: i) *inputs*: despesas operacionais aeronáuticas, despesas com depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero e despesas não aeronáuticas; ii) *output*: receitas aeronáuticas e receitas não aeronáuticas.

Conforme foi possível observar na Tabela 2, considerando o modelo final, 9 aeroportos foram classificados como eficientes.

A DEA, de modo geral, apresenta muitos empates entre as unidades eficientes, uma vez que não considera fatores como o equilíbrio entre as variáveis, as informações prévias sobre os pesos, a atribuição de pesos nulos etc. No caso dessa pesquisa, para resolver tal impasse, foi utilizado o método de Fronteira Invertida, proposto por Meza e Lins (2002).

A fronteira invertida é composta pelas unidades com as piores práticas gerenciais (fronteira ineficiente). As unidades pertencentes à essa fronteira têm as melhores práticas, a partir de uma ótica oposta.

O método da fronteira invertida considera, com igual importância, uma avaliação otimista e outra pessimista. Ou seja, além de se exigir que as melhores unidades sejam muito boas (embora não sejam as melhores possíveis), exige-se ainda que as piores não sejam de qualidade muito baixa. Por conta disso, tem aplicação quase universal.

Tal método consiste nas seguintes etapas: (a) trocar *inputs* e *outputs* de lugar; (b) resolver o modelo resultante e (c) calcular o índice composto das fronteiras clássica e invertida. O índice composto é calculado a partir da média aritmética entre o índice da fronteira clássica ($E_{clássica}$) e o índice da fronteira invertida subtraído de um ($1 - E_{invertida}$), sendo que deve ser realizada a posterior normalização dos resultados, de forma a se obter um índice entre 0 e 1.

Dessa forma, todos os resultados apresentados na próxima seção, já com as variáveis definitivamente selecionadas, considerarão a utilização da fronteira invertida para melhor discriminar a eficiência dos aeroportos investigados.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com a metodologia descrita, foi avaliada a eficiência de 16 aeroportos no período de 2009 à 2011. O *software* utilizado para a DEA foi o *Frontier Analyst Professional*.

Os resultados obtidos, considerando todo o período de análise, estão sintetizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Estatística Descritiva dos Indicadores de Eficiência dos 16 aeroportos.

Estatística Descritiva	Total	2009	2010	2011
Média	72,11	71,00	74,07	70,42
Mediana	71,56	72,26	73,55	69,64
Desvio-Padrão	16,57	14,44	17,68	16,12
Máximo	100	100	100	100
Mínimo	43,34	43,75	40,16	38,48

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

Com a observação da Tabela 3, é possível identificar que nos três anos agregados, a eficiência média dos aeroportos foi de 72,11%.

Na sequência, foram calculados indicadores médios de eficiência dos aeroportos para os três portes investigados nos anos de 2009, 2010 e 2011 (Tabela 4).

Dos 16 aeroportos investigados, em 2009, quatro foram classificados como extragrandes, seis aeroportos como grandes e outros seis, classificados como de médio porte. O ano de 2010 seguiu exatamente a mesma especificação do ano de 2009. Em 2011, seis aeroportos foram classificados como extragrandes e outros seis como grandes e somente quatro foram classificados como de médio porte.

Tabela 4 – Média de eficiência por porte.

	2009	2010	2011
Amostra total	71,00	74,07	70,42
Extra Grande	66,91	72,82	68,50
Grande	74,25	78,21	76,33
Médio	70,47	70,76	64,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

A partir da Tabela 4 é possível perceber que a eficiência média da amostra total decresceu 0,8%. Entre os aeroportos extra grandes, foi possível notar um pequeno incremento na evolução média de eficiência de aproximadamente 2,3% entre 2009 e 2011. Já para os aeroportos de grande porte, a evolução da eficiência média foi de cerca de 2,8% de 2009 à 2011. E, por fim, os aeroportos de médio porte tiveram uma redução significativa na eficiência média de 8,5% no período de 2009 à 2011.

A Tabela 5 apresenta os indicadores de eficiência para cada um dos aeroportos em todos os períodos investigados.

Tabela 5 – Indicadores de eficiência por aeroportos.

Aeroporto	Total	2009	2010	2011
Belém	46,1	43,7	43,6	50,3
Brasília	86,6	69,6	88,1	85,8
Confins	82,7	81,9	87,8	73,2
Congonhas	82,5	72,3	89,4	80,9
Curitiba	100,0	100,0	100,0	100,0
Florianópolis	91,5	88,8	92,8	90,4
Fortaleza	71,4	80,1	74,0	71,5
Galeão	43,3	53,5	40,2	38,5
Guarulhos	71,6	72,3	73,5	68,2
Maceió	71,6	72,3	73,5	68,2
Manaus	71,6	72,3	73,5	68,2
Natal	71,6	73,5	67,5	71,1
Porto Alegre	84,6	71,7	92,0	83,4
Recife	43,8	44,7	51,9	44,6
Salvador	63,5	67,1	63,6	64,5
São Luís	71,6	72,3	73,5	68,2

Fonte: Elaborado pelos autores (2013).

É importante destacar que do ano de 2009 para 2010, a maior parte dos aeroportos teve seus indicadores de eficiência aumentados, exceto os aeroportos do Galeão, Salvador, Fortaleza, Belém e Natal. Por outro lado, para o período 2010-2011, a maior parte dos aeroportos teve seus indicadores de eficiência reduzidos, exceto pelos aeroportos de Salvador, Curitiba, Belém e Natal.

Para o período global, os aeroportos menos eficientes foram Galeão e Recife. O potencial de incremento da Receita Aeronáutica, no período 2009-2011, considerando os níveis de *inputs* observados para cada aeroporto, era de 109,5% para o aeroporto do Galeão e 98,3% para o aeroporto de Recife.

Para o ano de 2009, os aeroportos menos eficientes foram o de Belém e o de Recife e o potencial de crescimento da Receita Aeronáutica era de 166,4% e 96%, respectivamente.

Já para o ano de 2010, os aeroportos menos eficientes foram o do Galeão e o de Belém e o potencial de expansão da Receita Aeronáutica foi de 124% e 140%, respectivamente.

Por fim, no ano de 2011, os aeroportos menos eficientes foram os aeroportos do Galeão e de Recife, o potencial de crescimento da Receita Aeronáutica era de 108,4% e 74,9%, respectivamente, considerando os níveis de *inputs* observados em cada aeroporto.

Nos três períodos analisados, é possível perceber que dois aeroportos foram os mais presentes no que diz respeito à ineficiência na relação entre suas despesas e receitas: os aeroportos de Galeão e o de Recife.

O aeroporto de Recife teve como referência para comparação o aeroporto de Curitiba. A referência é reconhecida pela proximidade de porte, a partir dos valores das variáveis. Diante disso, a primeira análise a ser feita é a identificação, no período global, do déficit por parte do aeroporto de Recife, que apresentou o total de despesas superior ao total de receitas geradas, o que não foi observado no aeroporto de Curitiba.

A análise permitiu apontar que parte significativa das despesas do aeroporto de Recife consiste naquelas vinculadas à depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero, ou seja, as despesas vinculadas aos gastos com instalações e remuneração pelo uso aeroportuário. Considerando a relativa similaridade da infraestrutura apresentada pelos dois aeroportos em questão, as despesas do aeroporto de Recife superam, em seis vezes, essas mesmas despesas do aeroporto de Curitiba.

As despesas operacionais dos aeroportos, relativas aos custos de armazenagem, embarques e pousos, estão diretamente vinculadas à quantidade de passageiros e cargas processada e movimentação de aeronaves. Nesse cenário, observou-se que o aeroporto de Curitiba teve movimentação superior de passageiros em cerca de 9% e de aeronaves em 12% no período global, comparativamente ao aeroporto de Recife, gerando, assim, uma despesa operacional 25% inferior.

Considerando as importantes diferenças nas despesas desses dois aeroportos, merece destaque, também, a diferença em termos de receitas. Desse modo, observou-se que as receitas do aeroporto de Curitiba foram superiores às receitas do aeroporto de Recife em aproximadamente 17%.

Como a eficiência é calculada a partir da relação entre *inputs* (despesas, nesse caso) e *outputs* (receitas), esses fatores já explicam boa parte da ineficiência do aeroporto de Recife.

No que diz respeito ao aeroporto do Galeão, no Rio de Janeiro, a referência para comparação foi o aeroporto de Congonhas, em São Paulo. Ressalta-se que, considerando o período global, o Galeão operou com prejuízo de cerca de 500 milhões de reais, o que significa que suas despesas superaram o total de receitas. Situação semelhante não ocorreu em Congonhas, que operou com um resultado positivo de cerca de 69 milhões.

As despesas não aeronáuticas do Galeão, decorrentes de atividades não reguladas e perdas financeiras, foram 28% superiores às despesas não aeronáuticas de Congonhas. Tal gasto, de certa forma, se justifica, uma vez que a praça de serviços não regulados (como por exemplo, os comerciais) do Galeão é bastante superior à praça de Congonhas.

As despesas com depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero do aeroporto do Galeão foram 12% superiores às despesas de Congonhas. Tal gasto também se justifica, uma vez que o sitio aeroportuário do Galeão é cerca de 10 vezes maior que o de Congonhas.

As despesas observadas do aeroporto do Galeão são suficientes para gerar receitas muito superiores às observadas. Para as receitas não aeronáuticas, decorrentes das entradas de recursos referentes às atividades não reguladas (comerciais), o potencial de crescimento é de cerca de 65%. Já para as receitas aeronáuticas, decorrentes da movimentação de passageiros, o potencial de crescimento é de aproximadamente 109%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente artigo foi proposta a mensuração da eficiência financeira de 16 aeroportos, com utilização da DEA, essa técnica foi aplicada em um conjunto de aeroportos para os períodos de 2009, 2010 e 2011.

A DEA buscou a melhor combinação dos *inputs*, de forma a gerar maiores resultados, respeitando as diferentes escalas produtivas. De forma a melhor discriminar os aeroportos investigados, utilizou-se a fronteira invertida. A partir disso, para cada período investigado, foi encontrada uma combinação ótima, que serviu de *benchmark* para os aeroportos considerados menos eficientes. Uma combinação ótima significa que os recursos (*inputs*) foram otimizados, ou seja, foram mais bem utilizados para o resultado encontrado, que não necessariamente é o maior resultado.

Deve-se ressaltar que os resultados obtidos não se referem à eficiência de forma absoluta, ou seja, os aeroportos considerados eficientes somente são assim classificados dentre o grupo analisado. Assim, as combinações ótimas (de *inputs* para gerar *outputs*) representam as mais eficientes dentro do grupo analisado.

Os resultados obtidos apontaram dois aeroportos da região Sul como os mais eficientes, Curitiba e Florianópolis. E indicaram os aeroportos de Recife e Galeão como os menos eficientes.

Para que o aeroporto de Recife fosse considerado eficiente, tendo como *benchmark* o aeroporto de Curitiba, seria necessário reduzir as despesas vinculadas às instalações e remuneração à União e Infraero pelo uso do aeroporto, além de reduzir despesas de armazenagem, embarques e pousos que não eram proporcionais à quantidade de passageiros e carga processados e movimentação de aeronave. Ressalta-se que o aeroporto *benchmark* transportou mais passageiros, cargas, movimentou mais aeronaves e, ainda assim, teve despesas operacionais (armazenagem, embarques e pousos) inferiores às observadas em Recife.

Para o aeroporto do Galeão, que teve como par de referência o aeroporto de Congonhas, tornar-se eficiente depende mais do aumento da demanda pelos serviços desse aeroporto do que propriamente das reduções de despesas. O que deve ser levado em conta é: o Galeão é extremamente grande, isso justifica as altas despesas não aeronáuticas e vinculadas à depreciação e remuneração dos bens da União e Infraero. Destruir uma capacidade instalada, ainda que ociosa, não parece prudente. Com isso, ainda que distante do grande centro da cidade do Rio de Janeiro, o maior desafio da autoridade aeroportuária é torna-lo mais utilizado, de forma a aumentarem as receitas aeronáuticas e não aeronáuticas.

Por fim, as análises não indicaram predominância da maior eficiência dos aeroportos extra grandes. Desse modo, ressalta-se a necessidade de melhor utilização dos recursos na obtenção dos resultados encontrados. No entanto, deve ser ressaltado que o porte extra grande de um aeroporto (indicador da riqueza do mesmo) pode favorecer estratégias mais eficazes na busca pela melhor desempenho.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Movimento Operacional nos Principais Aeroportos do Brasil**. 2012. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/Relatorio_Movimento_Operacional_18fev2012.PDF>. Acesso em: jan. 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Relatório de Desempenho Operacional dos Aeroportos**. 2013. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/2011/Relatorio%20Aeroportos%2014fev.pdf>>. Acesso em: jan. 2013.
- ALMEIDA, M. R.; MARIANO, E. B.; REBELATTO, D. A. N. Análise de Eficiência dos Aeroportos Brasileiros. **Revista Produção Online**, v. 7, p. 1-17, 2007.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, n. 30, p. 1078-1092, 1984.
- BARROS, C. P.; DIEKE, P. U. C. Measuring the economic efficiency of airports: a Simar-Wilson methodology analysis. **Transportation Research Part E**, n. 44, p. 1039-1051, 2008.
- CHARNES, A.; COOPER, W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Boston: Kluwer Academic, 1997.
- CURI, C.; GITTO, S.; MANCUSO, P. New Evidence on the Efficiency of Italian Airports: A bootstrapped DEA Analysis. **Socio-Economic Planning Sciences**, n. 45, p. 84-93, 2011.
- FERNANDES, E.; PACHECO, R. R. Efficient use of airport capacity. **Transportation Research Part A**, n. 36, p. 225-238, 2002.
- GRAHAM, A. **Managing Airports: An International Perspective**. Oxford: Butterworth Heinemann, 2001.
- KABBACH-CASTRO, L. R. Productivity Measurement of airports in Brazil: an application of DEA approach and Malmquist Index decomposition. **Social Science Research Network**, 2008. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1367005>>.
- LIN, L. C.; HONG, C. H. Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. **Journal of Air Transport Management**, n. 12, p. 342-351, 2006.
- LOZANO, S.; GUTIÉRREZ, E. Efficiency Analysis and Target Setting of Spanish Airports. **Networks and Spatial Economics**, n. 11, p. 139-157, 2011.
- MARTIN, J. C.; ROMAN, C. A benchmarking analysis of Spanish commercial airports. A comparison between SMOP and DEA ranking methods. **Network & Spatial Economics**, n. 6, p. 111-134, 2006.
- MEZA, L. A.; LINS, M. P. E. Review of Methods for Increasing Discrimination in Data Envelopment Analysis. **Annals of Operations Research**, n. 116, p. 225-242, 2002.
- NORMAN, M.; STOKER, B. **Data Envelopment Analysis: the assessment of performance**. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- OUM, T. H.; YAN, J.; YU, C. Ownership Forms Matter for Airport Efficiency: A Stochastic Frontier Investigation of Worldwide Airports. **Journal of Urban Economics**, n. 64, p. 422-435, 2008.
- SOUZA, A. L. L. **Análise comparativa do desempenho a nível mundial utilizando conceito DEA**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- YANG, H. H. Measuring the efficiencies of Asia-Pacific international airports - Parametric and non-parametric evidence. **Computers & Industrial Engineering**, n. 59, p. 697-702, 2010.