

Eficiência dos terminais aeroportuários brasileiros considerando a percepção de satisfação do passageiro

Nathane Ana Rosa Negri¹, Giovanna Miceli Ronzani Borille²

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica, nathanenegri@gmail.com

²Instituto Tecnológico de Aeronáutica, ronzani@ita.br

Recebido:

22 de janeiro de 2018

Aceito para publicação:

16 de julho de 2018

Publicado:

XX de abril de 2019

Editor de área:

Li Weigang

Palavras-chaves:

Análise envoltória de dados,
Terminal de passageiros
aeroportuários,
Satisfação do passageiro.

Keywords:

Data envelopment analysis,
Airport passenger terminal,
Passenger satisfaction.

DOI:10.14295/transportes.v27i1.1572

**RESUMO**

A satisfação do passageiro em aeroportos é tema de grande importância para a comunidade científica e para o operador, dado que o usuário se trata de um importante cliente ao aeroporto. Observa-se, na literatura nacional e internacional, uma tendência em analisar a satisfação do usuário. Porém, é detectada uma lacuna no que diz respeito aos estudos que avaliam a eficiência aeroportuária com inserções de variáveis de percepção da satisfação do passageiro. Nesse contexto, o objetivo do artigo é avaliar a eficiência de 15 relevantes aeroportos brasileiros por meio do método da Análise Envoltória de Dados. O modelo permite analisar diferentes variáveis, sendo a satisfação dos usuários uma dessas variáveis (*output*). Mediante o modelo DEA-BCC, nota-se que 46,66% dos aeroportos avaliados apresentaram eficiência máxima relativa no ano de 2016, para os requisitos de análise.

ABSTRACT

Passenger satisfaction at airports is a topic of great importance to the scientific community and to the operator, once the user is an important customer at the airport. It is noted, in the national and international literature, a tendency to analyze user satisfaction. However, a gap is detected regarding studies that evaluate airport efficiency with insertions of variables of perception of passenger satisfaction. In this context, the objective of the article is to evaluate the efficiency of 15 relevant Brazilian airports through the Data Envelopment Analysis method. The model allows analyzing different variables, and user satisfaction is one of these variables (output). Using the DEA-BCC model, 46.66% of the evaluated airports presented maximum relative efficiency in the year 2016, for the analysis requirements.

1. INTRODUÇÃO

O sistema aeroportuário é um dos setores responsáveis por contribuir ao desenvolvimento e crescimento de um país. Nos últimos 10 anos o processo de liberalização de tarifas, rotas e entrada de novas empresas mudou radicalmente o setor aéreo doméstico no Brasil. Tais fatores trouxeram benefícios, tais como a competição por preços. Conseqüentemente, gerando reduções de tarifas (48% entre 2003 e 2008), possibilidade de acesso por novos usuários, maior disponibilidade de horários e oferta de assentos nos trajetos de maior demanda (McKinsey&Company, 2010).

Com as melhorias alcançadas, principalmente em relação ao aumento do número de passageiros, passou a ser de interesse do operador aeroportuário, buscar no setor aéreo, referências de um adequado padrão de nível de serviço a ser oferecido ao usuário. Uma vez que clientes satisfeitos tendem a usar mais vezes o serviço (ANAC, 2017).

Visto a relevância do setor aéreo para o país, assim como as tendências da indústria aeroportuária, faz-se necessário a aplicação de estudos que analisem a eficiência dos aeroportos relacionados à percepção de satisfação do passageiro. Julga-se este tipo de análise apropriada, visto que fatores atrelados à capacidade podem afetar diretamente o padrão do nível de serviço em um terminal de passageiros. Tal fato pode vir a contribuir para a queda do padrão do nível de serviço, como possível resultado, prejudicar a imagem do aeroporto. Portanto, cabe ao tomador de decisão, no caso o operador aeroportuário, aplicar medidas que atendam a capacidade aeroportuária, ao mesmo tempo em que estabeleça a satisfação dos serviços oferecidos ao passageiro.

Ademais, é significativo para a empresa conhecer o seu nível de eficiência em relação às demais concorrentes do mesmo setor. Possibilitando, caso a empresa seja ineficiente, reverter à situação (Mariano, 2008), ou até mesmo buscar auxílios que a orientem.

Uma das técnicas existentes para medir a eficiência, dentro de conjuntos analisados, é a Análise de Envoltória de Dados (DEA). De acordo com Mariano (2008), apesar do conceito de eficiência e produtividade terem vindo das empresas do setor manufatureiro, atualmente muitos setores vêm utilizando este conceito, inclusive, o setor aéreo.

Alguns autores já utilizaram da técnica Análise Envoltória de Dados, como Pels *et al.* (2003), Pacheco e Fernandez (2003), Barros e Dieke (2008), Lozano e Gutiérrez (2011), Merkert e Assaf (2015), Wanke e Barros (2017). Os estudos, perante o método envolvem aeroportos mundiais, desde pequenos, médios e grandes portes aeroportuários. Porém, nota-se uma lacuna no que diz respeito da utilização da DEA em conjunto com a análise da variável de percepção de satisfação do usuário, a qual foi utilizada apenas na pesquisa de Wanke e Barros (2017), que não apresentam na amostra aeroportos brasileiros.

Deste modo, o objetivo do presente estudo é avaliar a eficiência dos 15 principais aeroportos brasileiros, no qual se utiliza da percepção de satisfação do passageiro como uma das variáveis do modelo. Os dados analisados são do ano de 2016 e utilizou-se o método da Análise Envoltória de Dados.

Por conseguinte, a análise da eficiência relacionada à variável quantitativa, no caso satisfação do passageiro, por uso da metodologia DEA, permitiu desenvolver contribuições ao setor aéreo. A aplicabilidade da variável é inédita aos aeroportos brasileiros. Assim, foi possível colaborar ao meio acadêmico do uso da DEA atrelado a variável de satisfação do passageiro. E também, ao operador aeroportuário, estabelecendo uma metodologia de pesquisa que é possível averiguar a eficiência aeroportuária em conjunto com a satisfação do passageiro.

2. SATISFAÇÃO DO PASSAGEIRO

Uma resposta positiva que o cliente sente ao experimentar um serviço ou visitar um destino é a satisfação (Bogicevic, 2017). A satisfação do passageiro é um indicador de desempenho valioso para a operação do aeroporto (Brida *et al.*, 2016). Por meio deste indicador é possível aos operadores aeroportuários entenderem quais são os principais pontos que influenciam na experiência de jornada do passageiro (Graham, 2014).

De acordo com Graham (2014) os operadores aeroportuários passaram a analisar a experiência de jornada do passageiro ao avaliar a qualidade dos serviços nos aeroportos. Posto isto, para melhorar a satisfação dos passageiros é necessário estabelecer medidas que avaliem o nível de qualidade de seus serviços oferecidos (Brida *et al.*, 2016).

No que tende a satisfação do passageiro, estudos estabelecem relações de quais serviços, e fatores desses serviços, contribuem para o aumento da satisfação dos passageiros. Bandeira e Correia (2008), por exemplo, por meio da metodologia Processo de Hierarquia Analítica (AHP), analisaram no Aeroporto Internacional de São Paulo-Guarulhos a importância que os usuários atribuem aos componentes de um terminal de passageiros, assim como seus atributos. Dentre os componentes analisados tem-se: acesso ao aeroporto, saguão de embarque, *check-in*, área de embarque e concessões. Como conclusão, o componente *check-in* é o mais importante considerado pelos passageiros, tendo o atributo de tempo identificado como o mais relevante.

Neste contexto, é de extrema importância para a indústria aeroportuária analisar a satisfação do passageiro, uma vez que clientes satisfeitos estão dispostos a reutilizar o serviço e também, recomendá-los. Além disso, clientes satisfeitos tendem a consumir mais no terminal aeroportuário, favorecendo a receita não aeronáutica.

Outro ponto propenso é identificar quais são os aeroportos considerados eficientes em conjunto com a análise de satisfação do passageiro, a fim de identificar uma comparação entre os aeroportos da amostra. Desta forma, é possível determinar o aeroporto *benchmarking*, no qual apresenta as melhores práticas.

Com o crescimento das empresas, assim como o grau de complexidade dos setores, faz com que muitas sejam as variáveis consideradas, tornando o sistema mais robusto de interpretação. Para isso, tem-se a necessidade de buscar técnicas que avaliem a eficiência (Mariano, 2008). Um meio de identificar quais são os aeroportos considerados eficientes, dentro da amostra, independente de quantidades de variáveis, se confere por meio da Análise Envoltória de Dados.

3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

O conceito de eficiência pode ser aplicado a qualquer sistema que apresente um conjunto de entradas (*inputs*) sendo transformado em um conjunto de saídas (*outputs*). Esses sistemas são denominados por Unidades Tomadoras de Decisões (DMUs), no qual a DMU é a unidade pertencente ao conjunto em que será avaliada a eficiência produtiva (Mariano, 2008).

De acordo com Belloni (2000), a eficiência produtiva relaciona-se ao fato de utilizar o mínimo possível de insumos (*inputs*) a fim de maximizar os produtos produzidos (*outputs*). No setor aéreo tem como exemplo de *inputs* a infraestrutura instalada. Em relação a *outputs* tem-se, movimentação de passageiros e qualidade do serviço (Mariano, 2008).

Uma das técnicas conhecidas por medir a eficiência de cada DMU é a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA). Trata-se de uma técnica não paramétrica, em que se estabelece uma fronteira de eficiência, podendo assim comparar o desempenho relativo com as demais DMUs dentro do conjunto analisado (Falcão e Correia, 2012). No caso do presente estudo as DMU's são os aeroportos brasileiros analisados.

De acordo com Mariano (2008) a fronteira de eficiência define quais dentre do conjunto analisado de DMUs são eficientes, representadas pelo número “1” e quais são ineficientes, ou menos eficientes, diferentes de “1” ou 100%.

As DMUs são representadas por meio de pontos, onde as eficientes se localizam na curva de máxima produtividade, estabelecendo uma relação ótima entre *inputs* e *outputs*. Enquanto os ineficientes se localizam abaixo da fronteira. Vale ressaltar que quanto mais abaixo a DMU estiver da fronteira, menor será sua eficiência.

A fronteira da eficiência, assim como as DMUs são indicadas na Figura 1, onde as DMUs representadas pela cor vermelha são consideradas eficientes, e as representadas pela cor preta são ineficientes.

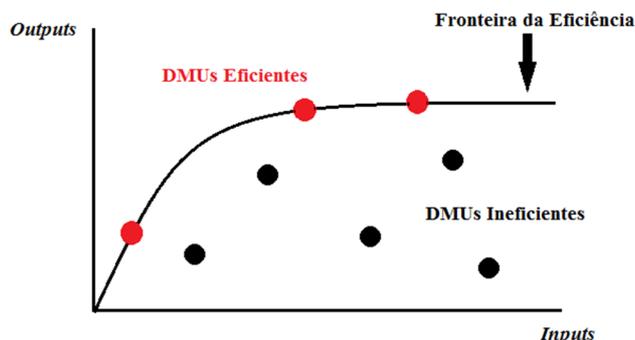


Figura 1: Exemplo da Fronteira de eficiência e DMUs (Adaptado Mariano, 2008)

No conjunto avaliado, quando determinada DMU é analisada como ineficiente, esta apresenta duas opções para atingir a fronteira de eficiência. Sendo, a diminuição da quantidade de *inputs*, mantendo-se constante os *outputs*. Este método é conferido a DEA orientado a *input*. Ou ao aumento da quantidade de *outputs*, mantendo se constante os *inputs*. Método nomeado de DEA orientado a *output*. Dependendo das variáveis utilizadas na análise da eficiência pode ser mais viável a primeira ou a segunda opção (Ahn e Min, 2014).

3.1. Modelos DEA

Vale salientar que a técnica DEA apresenta mais de um modelo para avaliação da eficiência relativa. Portanto, deve-se escolher o modelo que oferece a melhor realidade do sistema a ser estudado. Em seguida tem se a explicação sucinta dos modelos DEA-CCR e DEA-BCC.

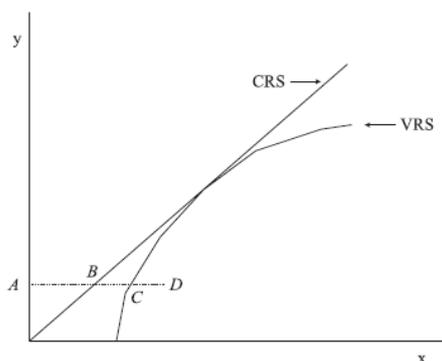


Figura 2: Fronteiras de produção (Pels et al., 2003)

O primeiro modelo desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), nomeado de CCR, estabelece a hipótese de retornos constantes de escalas (*Constant Returns to Scale* - CRS). Ou seja, os *inputs* e *outputs* são proporcionais entre si. O formato da fronteira de eficiência apresenta uma reta de 45° (Camimoto, 2013). Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) elaboraram o modelo BCC, diferentemente do modelo CCR, tem-se um retorno variável de escala (*Variable Returns to Scale* - VRS).

A eficiência relativa de uma DMU, no modelo BCC, é dada pela razão entre sua produtividade e a maior produtividade dentre as DMUs. Sendo assim, a fronteira apresenta formato convexo, formada por um conjunto de retas com angulações diferentes (Camioto, 2013). De acordo com Castro *et al.* (2017), nesse modelo, deve-se escolher pela orientação a *input* (minimização) ou orientação a *output* (maximização). A Figura 2 traz a diferença da fronteira de eficiência dos modelos. Em que y representa os *outputs* e x os *inputs*.

A equação matemática do modelo BCC, proposto neste trabalho no âmbito de minimizar as variáveis de entrada e maximizar as variáveis de saída, pode ser expressa, segundo Wanke, Silveira e Barros (2009), por:

$$\text{Minimizar } \theta_j - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \right) \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta_j x_{ij} \text{ para } i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rj} \text{ para } r = 1, \dots, s \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \text{ para } j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0 \text{ para } \forall i, j, r \quad (5)$$

$$\theta \text{ sem restrição} \quad (6)$$

em que: λ_j = representa as facetas (pesos) atribuídas aos *outputs* r e *inputs* i , com a soma restrita a 1, garantindo a convexidade da fronteira de eficiência;

s_r^+ = representa as folgas atribuídas aos *outputs* r ;

s_i^- = representa os excessos atribuídos aos *inputs* i ;

y_{rj} = quantidade observada do *output* r para a unidade j ;

x_{ij} = quantidade observada do *input* i para a unidade j ;

n = total de unidades em análise;

s = total de *outputs*;

m = total de *inputs*; e

ε = é o menor número positivo não arquimediano.

Vale salientar que a base dos modelos DEA clássicos relacionam-se à otimização das facetas, ou seja, o modelo atribui um peso no qual garante a máxima eficiência para as DMU's de estudo. Em relação aos excessos, no modelo DEA-BCC é algo que pode vir a acontecer nas variáveis de *input*. Desta maneira, o modelo trabalha com duas possíveis orientações, como: a minimização dos *inputs* ou a maximização dos *outputs* (Mello *et al.*, 2005).

Já as folgas, de acordo com Camioto (2013), indicam quanto o desempenho atual da DMU se encontra afastado, em relação a cada variável, do seu desempenho ideal, que pode ser representado por uma DMU virtual (também chamado de *benchmark*), estabelecida sobre a fronteira da eficiência. As folgas relativas aos *inputs* são observadas pela presença do sinal negativo, indicando que devem ser diminuídas. Em contrapartida, as folgas relativas aos *outputs* são positivas, ou seja, o ajuste a ser tomado é aumentar, em termos de porcentagem, essas variáveis.

3.2. DEA aplicado no setor aéreo

A aplicação da Análise Envoltória de Dados tem sido projetada em diversos setores e serviços no objetivo de identificar quais dentre o conjunto estudado apresentam as melhores práticas, isto é, ser eficiente. Nos aeroportos essa linha de pesquisa vem sendo introduzida do mesmo modo.

Sarkis (2000) analisou 44 principais aeroportos dos Estados Unidos entre os anos de 1990 a 1994, utilizando os modelos CCR e BCC. Tendo como *inputs* custos operacionais, número de funcionários, quantidade de pistas e quantidade de portões de embarque. Em relação a *outputs* as variáveis utilizadas foram receita operacional gerada, número de movimentos de aeronave, aviação geral, movimentação de passageiros e movimentação de carga. Como resultado, apenas 14 aeroportos foram considerados eficientes entre os 5 anos de análise.

Pacheco e Fernandez (2003) realizaram um estudo em um conjunto de 35 aeroportos brasileiros, apenas operação doméstica, com dados do ano de 1998. Os insumos utilizados foram número médio de empregados, folha de pagamento, incluindo benefícios diretos e indiretos, e também, despesas operacionais. Enquanto aos produtos gerados fez-se da utilização de passageiros domésticos (embarque e desembarque), toneladas de carga e correio postal, receita operacional, receita comercial e outras receitas, como receitas financeiras e diversas. Teve como modelo utilizado o BCC orientado a *input*. Os resultados trouxeram a eficiência de 10 aeroportos brasileiros.

Barros (2008) avaliou a eficiência de 32 aeroportos argentinos, aplicando o modelo CCR e BCC nos anos de 2003 a 2007, período de intensa crise econômica, em que o tráfego aéreo caiu em 50%. Como resultado, 8 aeroportos mantiveram sua eficiência. Outros aeroportos considerados relativamente eficientes apresentaram resultados variados, inicialmente como ineficientes, mas recuperando e alcançando a fronteira da eficiência. Enquanto que alguns obtiveram efeitos opostos, começaram o período com eficiência operacional, mas diminuíram à medida que a crise se alastrou.

Tsekeris (2011) investigou 39 aeroportos na Grécia no ano de 2007. Dentre os analisados somente 4 obtiveram eficiência no período de inverno. Ao passo que, para o período de verão, 8 atingiram a fronteira da eficiência. Desse modo, foi exposta a importância do efeito da sazonalidade em relação ao desempenho dos aeroportos. Sugeriu como a localidade do aeroporto, tamanho do terminal e características operacionais em sua eficiência técnica, variáveis que interferem negativamente ao sistema aeroportuário grego.

Fan *et al.* (2014) fizeram do uso do modelo CCR na busca de investigar a eficiência dos 20 maiores aeroportos chineses, dentre os anos de 2006 a 2009. Para isso, utilizaram comprimento da pista, área do terminal de passageiros, área de pista, número de esteiras disponíveis na restituição de bagagem, número de balcões de *check-in* e quantidade de funcionários como variáveis de entrada. Já em relação às variáveis de saída foram utilizados passageiros aéreos, taxa de transferência de carga e atrasos de voo como sendo uma saída indesejável. Os resultados indicam que a eficiência média geral dos aeroportos chineses aumentou ao longo dos anos.

Ferreira *et al.* (2016) estudaram a eficiência de 145 aeroportos do mundo no ano de 2010. Para tanto, utilizaram o modelo CCR e BBC, ambos orientados a *output*. As conclusões resultam que os aeroportos europeus são os mais eficientes se comparados aos aeroportos asiáticos e da América do Norte. Tiveram como variáveis de *input* os números de portões de embarque, número de funcionários, comprimento da pista e custos operacionais. Quantidade de voos e passageiros equivalentes (indicador que considera um passageiro por 100 kg de carga, mais o número de passageiros) como variáveis de *output*.

Para mais, a Tabela 1 mostra 19 estudos de autores que utilizaram da ferramenta DEA em relação ao sistema aeroportuário. As variáveis de *inputs* e *outputs* utilizadas pelos autores referentes à Tabela 1 foram indicadas por símbolos, justificados nas Tabelas 2 e 3 respectivamente.

Tabela 1: Estudos voltados ao sistema aeroportuário que aplicaram DEA

ESTUDO	MODELO DEA	DADOS	INPUTS	OUTPUTS
Wanke e Barros (2017)	Modelo <i>Satisficing</i> e Regressão SVM	5 Aeroportos de Senegal (2015)	①⑩	A B C
Ferreira <i>et al.</i> (2016)	CCR, BCC e Order-m	145 Aeroportos: 51 na Europa, 26 na Ásia/Pacífico e 68 na América do Norte (2010)	①③⑩⑬	A C
Örkcü <i>et al.</i> (2016)	BCC Malmquist	21 Aeroportos da Turquia (2009 a 2014)	④⑤⑩	A B C
Merkert e Assaf (2015)	BCC e Regressão	30 Aeroportos Mundiais de médio a grande porte sendo eles Hubs (2012 e 2013)	⑤⑩⑱	A B C K
Tsui <i>et al.</i> (2014)	BCC, Regressão Truncada e Tobit	21 Aeroportos da Ásia e do Pacífico (2002 a 2011)	①④⑤⑩	A B C
Merkert e Mangia (2014)	CCR, BCC, NIRS (retornos não crescentes de escala) e Regressão Truncada	35 Aeroportos Italianos e 46 Noruegueses (2007 a 2009)	①④⑤⑥⑦⑨⑩⑬ \$ €	A B C
Fan <i>et al.</i> (2014)	CCR e DDF	20 Aeroportos Chineses (2006 a 2009)	①②⑤⑦⑩⑪	A I J
Ahn e Min (2014)	CCR e BCC	23 Aeroportos Mundiais (2006 a 2011)	⑤⑨⑩⑮	A B C
Lozano e Gutiérrez (2011)	SBM	39 Aeroportos Espanhóis (2006 e 2007)	②③⑥⑪⑭	A B C I L
Tsekeris (2011)	CCR, BCC, Regressão Truncada Bootstrapped e Modelos de Regressão Quantílica Censurada	39 Aeroportos da Grécia (2007)	④⑤⑧⑳	A B C
Rosas e Gemoets (2010)	CCR e BCC	37 Aeroportos Mexicanos (2009)	①⑱	A B C
Marques e Simões (2010)	CCR e BCC	141 Aeroportos Mundiais (2006)	①③④⑤	A B C
Chi-Lok e Zhang (2009)	DEA orientado <i>Output</i> , Regressão OLS e Tobit	25 Aeroportos Chineses (1995 a 2006)	⑤⑩	A B C
Barros e Dieke (2008)	CCR, BCC e Regressão Truncada Bootstrapped	31 Aeroportos Italianos (2001 a 2003)	€ ¢ %	A B C D E F
Barros (2008)	CCR, BCC e Regressão Truncada	32 Aeroportos Argentinos (2003 a 2007)	①⑤⑥⑦	A B C
Lin e Hong (2006)	CCR e BCC	20 principais Aeroportos Mundiais (2003)	①②③④⑤⑪⑫⑯	A B C
Pacheco e Fernandez (2003)	BCC	35 Aeroportos domésticos Brasileiros (1998)	①⑬ €	A B D E G
Pels <i>et al.</i> (2003)	DRS, IRS e Fronteira Estocástica	33 Aeroportos Europeus (1995 a 1997)	②④⑨⑪⑭⑰	A C
Sarkis (2000)	CCR e BCC	44 Aeroportos EUA (1990 a 1994)	①③④⑬	A B C D H

Tabela 2: Variáveis de *inputs* utilizadas na literatura

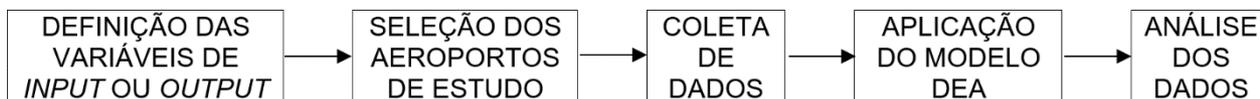
INPUTS	
① Número de operações por hora	⑬ Custos operacionais
② Número de Funcionários	⑭ Quantidade de posições das aeronaves (pátio)
③ Número de balcões de check-in	⑮ Área do terminal de carga
④ Quantidade de portões de embarque	⑯ Número de vagas de estacionamento de carro
⑤ Quantidade de pistas	⑰ Quantidade de posições remotas
⑥ Área do terminal de passageiros	⑱ Passageiros por hora
⑦ Área da pista	⑲ Quantidade funcionários tempo integral
⑧ Área do pátio	⑳ Horas de operação
⑨ Áreas das posições das aeronaves no pátio	€ - Folha de pagamento dos funcionários
⑩ Área total do aeroporto	\$ - Custo de material
⑪ Comprimento da pista	¢ - Capital investido
⑫ Quantidade de esteiras	% - Custos operacionais excluindo custos trabalhistas
⑬ Quantidade de pátio	

Tabela 3: Variáveis de *outputs* utilizadas na literatura

OUTPUTS	
A - Movimento de passageiros	G - Outras receitas (por exemplo, financeiras)
B - Movimento de carga	H - Aviação geral
C - Movimento de aeronaves	I - Atrasos de voo
D - Receitas	J - Taxa de transferência de carga
E - Vendas aeronáuticas	K - Percepção de qualidade do passageiro
F - Vendas comerciais	L - Condições médias de voos atrasados

4. METODOLOGIA

O método utilizado nesta pesquisa segue a característica do modelo de Análise Envoltória de Dados, no entanto, para explicitar cada etapa do desenvolvimento do trabalho, e apontar as principais considerações, é apresentado o fluxograma na Figura 3.

**Figura 3:** Fluxograma das etapas da pesquisa

A fase inicial da definição das variáveis é apropriada a fim de elencar os fatores de interesse do estudo. Tanto as variáveis de *input* como as de *output*, definidas neste artigo, tiveram suporte dos 19 estudos nacionais e internacionais retratados anteriormente. A análise dos artigos também permitiu constatar uma lacuna existente na literatura da aplicação da DEA no âmbito da percepção de satisfação do passageiro no terminal aeroportuário. Desta forma, a presente pesquisa, contribui ao preenchimento da lacuna na literatura.

Isto posto, a Figura 4 traz as variáveis de *input* mais utilizadas pelos estudos analisados. Identifica-se que a área do terminal de passageiros é manuseada em 58% das pesquisas, seguida pela quantidade de funcionários e pelo comprimento de pista (ambos com 47%). Os menos observados são a área do pátio de aeronaves e despesas com os funcionários (11%).

Em relação à Figura 5, observa-se a utilização das variáveis de *output* mais empregadas pelos autores de análise. Movimento de passageiros e movimento de aeronaves são variáveis que se destacam nos estudos, ambas com 89% de utilização, seguido por movimento de carga (84%). Porém, em relação ao uso da variável de percepção da qualidade do passageiro, que este estudo

se propõe a avaliar, a representatividade é de apenas 5%. Esta análise é feita apenas no estudo de Merkert e Assaf (2015), onde avaliam 30 aeroportos mundiais, não incluindo os aeroportos brasileiros.

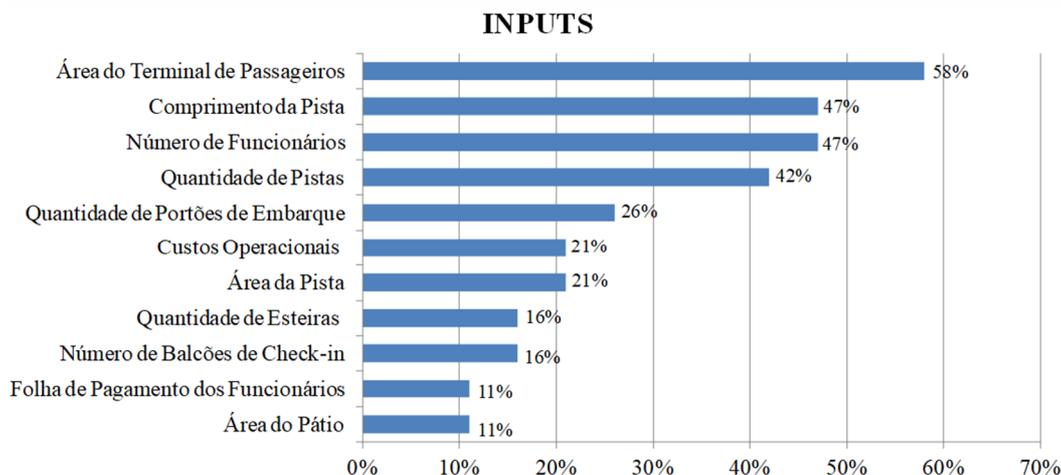


Figura 4: Variáveis de *Inputs* mais utilizadas nos 19 estudos

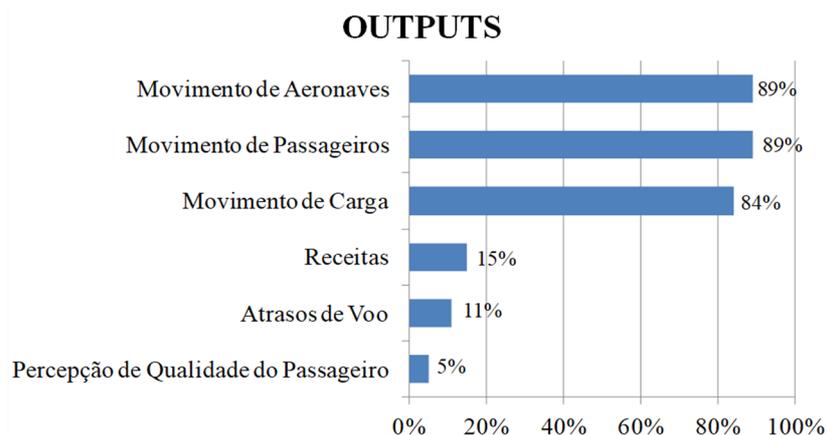


Figura 5: Variáveis de *Outputs* mais utilizadas nos 19 estudos

Vale destacar que outras variáveis de *inputs* e *outputs* foram aplicadas nos estudos considerados, como mostra a Tabela 1. Todavia, destacam-se nas Figuras 4 e 5 as mais frequentes aplicadas pelos autores referenciados anteriormente.

Por conseguinte, são apresentados como *inputs*, deste artigo: área do terminal de passageiros e quantidade de companhias aéreas. Como variáveis de *outputs*, têm-se: movimentação anual de passageiros e percepção da qualidade pelo passageiro.

A variável de *input* quantidade de companhias aéreas é utilizada uma vez que pode afetar diretamente a percepção de satisfação do passageiro. Por exemplo, quanto maior o número de empresas prestando um serviço, maior é a competição, podendo gerar menores custos ao passageiro. Ou até mesmo, compartilhamento de quiosques de autoatendimento entre as companhias, fator que pode tender ao processo de redução de tempo gasto do usuário na fila. Otimizando assim, o serviço ao operador aeroportuário, e conseqüentemente, aumentando a satisfação do passageiro.

Após estabelecer as variáveis do modelo foi aplicado o método de Cooper *et al.* (2001), no qual é possível definir a quantidade mínima de aeroportos a serem analisados. O número de DMUs deve ser determinado segundo a relação:

$$n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\} \quad (7)$$

Onde n é a quantidade de DMUs a serem analisadas, m o número de *inputs* e s o número de *outputs*. Desta forma, chega-se que 12 é o número mínimo de aeroportos ao desenvolvimento desta pesquisa.

No total foram selecionados 15 aeroportos brasileiros. As escolhas dos aeroportos baseiam-se, principalmente, em função dos dados disponíveis do ano de 2016 da média de satisfação geral do passageiro, disponível no *website* da Hórus. Vale ressaltar que os dados de satisfação estão atrelados aos principais aeroportos brasileiros, em que alguns correspondem aos aeroportos de maiores movimentações de passageiros anuais. Como por exemplo, o Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos e o Aeroporto de São Paulo/Congonhas.

Ainda sobre os dados da média de satisfação geral, os mesmos foram gerados por meio de questionários aplicados aos passageiros nos aeroportos de estudo, sob responsabilidade da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC). O questionário é composto pelo indicador satisfação geral do aeroporto, no qual o passageiro atribui à nota. As notas baseiam-se na escala *Likert* (1 a 5), variando de 1-Péssimo, 2-Regular, 3-Bom, 4-Muito bom e 5-Excelente. Consequentemente, o valor obtido da média de satisfação geral percebida pelo passageiro, é a média das notas deste indicador, para cada dos 15 aeroportos selecionados.

Outras variáveis deste estudo foram obtidas através do *website* da Infraero e no caso dos aeroportos em regime de concessão em *websites* específicos dos próprios aeroportos. A Tabela 4 estabelece as variáveis utilizadas, suas descrições, assim como as unidades de tratamento e suas respectivas fontes.

Tabela 4: Variáveis de *input* e *output* utilizadas na pesquisa, descrição, unidade e fonte

Variáveis Utilizadas	Descrição	Unidade	Fonte
Variáveis de Input			
Área do terminal de passageiros	Área do terminal de passageiros	m ²	Websites: Infraero e específicos dos aeroportos de estudo (2016)
Quantidade de companhias aéreas	Quantidade de Companhias aéreas presentes no terminal	Número inteiro	Websites: Infraero e específicos dos aeroportos de estudo (2016)
Variáveis de output			
Movimentação anual de passageiros	Movimentação de passageiros (embarque e desembarque) anual	Número inteiro	Websites: Infraero e específicos dos aeroportos de estudo (2016)
Percepção da qualidade pelo passageiro	Nota dada ao passageiro (Escala Likert 1 a 5) da satisfação geral	Número inteiro	Número inteiro Website Hórus (dados da SAC 2016)

No presente estudo o modelo aplicado é o DEA-BCC orientado a *output*, visto que é de interesse ao setor aeroportuário maximizar os produtos. É importante destacar que além de permitir identificar o desempenho relativo de cada aeroporto a ser estudado, este método também permitiu obter as folgas relativas, no qual expressam o quanto cada variável deve aumentar ou diminuir, a fim de atingir a eficiência.

Dessa maneira, por meio da análise das folgas, é possível identificar as modificações das variáveis, a fim de melhorar a eficiência ou até mesmo alcança lá. Por meio do desempenho atual e do alvo, dado estabelecido após processamento dos dados, torna-se viável determinar a folga relativa. Como traz a Equação 8:

$$\text{Folga relativa} = (\text{Alvo} - \text{Atual}) / \text{Atual} \quad (8)$$

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados foram processados no Sistema Integrado de Apoio a Decisão (SIAD), fornecido por Angulo *et al.* (2005).

Após a aplicação do modelo DEA-BCC, orientado a *output*, foi feita a análise para avaliação da eficiência dos aeroportos do ano de 2016, considerando a maximização da movimentação de passageiros e da percepção da qualidade do passageiro. Na Tabela 5 são apresentados os resultados da amostra de eficiência dos 15 aeroportos brasileiros analisados.

Tabela 5: Eficiência dos Aeroportos analisados

AEROPORTO	SIGLA ICAO	EFICIÊNCIAS
Aeroporto Internacional de São Paulo	SBGR	100,00%
Aeroporto de São Paulo	SBSP	100,00%
Aeroporto do Rio de Janeiro	SBRJ	100,00%
Aeroporto Internacional de Campinas	SBKP	100,00%
Aeroporto Internacional de Curitiba	SBCT	100,00%
Aeroporto Internacional de Cuiabá	SBCY	100,00%
Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante	SBSG	100,00%
Aeroporto Internacional de Recife	SBRF	98,97%
Aeroporto Internacional de Manaus	SBEG	98,88%
Aeroporto Internacional de Fortaleza	SBFZ	98,46%
Aeroporto Internacional de Brasília	SBBR	98,04%
Aeroporto Internacional de Porto Alegre	SBPA	95,07%
Aeroporto Internacional de Confins	SBCF	94,13%
Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro	SBGL	87,54%
Aeroporto Internacional de Salvador	SBSV	84,89%

O resultado da amostra indica que 7 aeroportos atingiram a eficiência no ano de 2016. Dos 7 aeroportos, 5 são internacionais, em que 3 estão em regime de concessão e 2 são administrados pela Infraero, que são, respectivamente: São Paulo/Guarulhos, Campinas/Viracopos, São Gonçalo do Amarante, Curitiba e Cuiabá. Em relação aos aeroportos domésticos, que alcançaram a eficiência, foram São Paulo/Congonhas e do Rio de Janeiro/Santos Dumont. Perante a avaliação dos 15 aeroportos brasileiros, 46,66% dos aeroportos foram considerados eficientes.

Em relação aos aeroportos que não atingiram a eficiência, todos são internacionais, como o de Recife, com eficiência de 98,97%, seguido por Manaus, com 98,88%. Fortaleza, Brasília, Porto Alegre e Confins, também apresentaram a ordem de grandeza em torno dos 90%. Considerando as variáveis analisadas, o aeroporto internacional de Salvador foi considerado o menos eficiente da amostra, com 84,89%. Enquanto o aeroporto internacional do Rio de Janeiro aparece na penúltima posição, com eficiência relativa de 87,54%.

A Figura 6 mostra o *Ranking* dos aeroportos da amostra, de acordo com a eficiência relativa. Os Aeroportos Internacionais destacam-se pela cor azul, enquanto os domésticos pela cor verde. Observam-se os altos valores em porcentagem encontrados. Além disso, o baixo valor, ou a ineficiência de alguns aeroportos pode estar relacionado diretamente com a satisfação do passageiro. Por exemplo, o Aeroporto Internacional de Salvador (SBSV) foi o segundo que apresentou a pior nota da percepção de qualidade pelo passageiro (com 3,767), seguido pelo Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro (SBGL), que apresentou uma nota de 3,963. Vale salientar que ambos apresentam as piores eficiências.

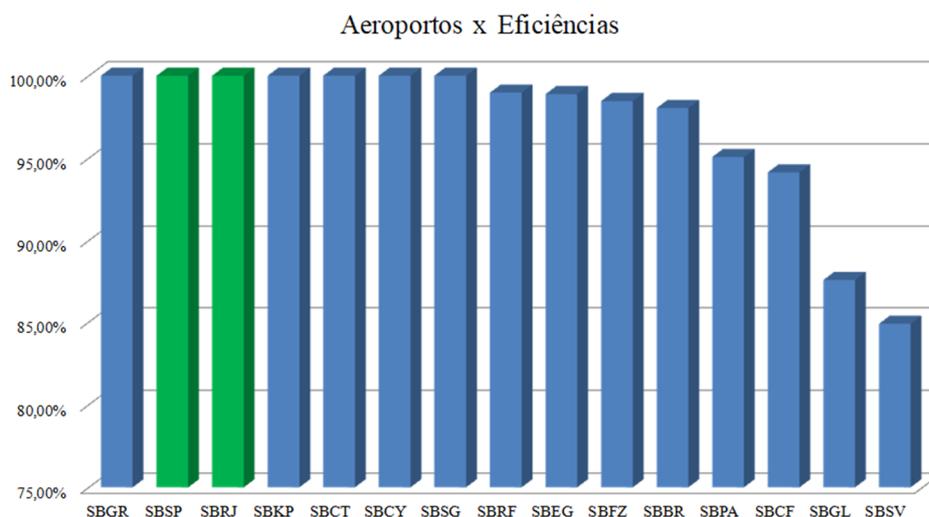


Figura 6: Ranking dos aeroportos analisados

O Aeroporto Internacional de Curitiba é um dos aeroportos que pode ser considerado *benchmark*. O aeroporto foi o que apresentou a maior nota de satisfação do passageiro, com 4,598. Os Aeroportos Internacionais de São Paulo, Campinas, Curitiba, Aeroporto de São Paulo do Rio de Janeiro também apresentaram as maiores notas de avaliação da percepção de satisfação do usuário. Com exceção do aeroporto internacional de Cuiabá.

A seguir, na Tabela 6, seguem as eficiências aferidas pelo modelo BCC e as respectivas folgas relativas indicadas. No qual se tem a área do terminal de passageiros (ATPS), companhias aéreas (Comp.Aéreas), movimento de passageiros (Mov.Pax) e Satisfação do passageiro (Sat.Pax). As folgas foram definidas por meio da Equação 7. Baseado nas folgas encontradas, o modelo estabelece reduções nas variáveis de *inputs* e aumento nos *outputs*, a fim das DMUs ineficientes atingirem a fronteira.

Tabela 6: Eficiência dos aeroportos e folgas relativas de cada variável

AEROPORTO		REDUÇÃO DE INPUTS		AUMENTO DE OUTPUTS	
Sigla ICAO	Eficiências	ATPS	Comp.Aéreas	Mov.Pax	Sat.Pax
SBGR	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBSP	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBRJ	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBKP	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBCT	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBCY	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBCY	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBSG	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBRF	98,97%	0,00%	41,90%	1,04%	1,04%
SBEG	98,88%	72,73%	36,37%	1,13%	1,13%
SBFZ	98,46%	0,00%	49,33%	1,56%	1,56%
SBBR	98,04%	0,00%	0,00%	2,00%	2,00%
SBPA	95,07%	0,00%	33,62%	5,19%	5,19%
SBCF	94,13%	0,00%	8,37%	6,23%	6,23%
SBGL	87,54%	42,24%	26,64%	14,23%	14,23%
SBSV	84,89%	0,0%	22,15%	17,80%	17,80%

O Aeroporto Internacional de Recife apresentou uma eficiência relativamente alta, indicando que para melhorar a eficiência, a movimentação de passageiros e a satisfação dos passageiros deveriam aumentar 1,04% ambos.

Aeroportos de Manaus, Fortaleza e de Brasília, também apresentaram um aumento relativamente pequeno, de 1,13%, 1,56% e 2,00% respectivamente. Tanto para movimento de passageiros quanto para a satisfação.

O Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, penúltimo classificado no *ranking*, é o que apresentou consideráveis mudanças a fim de ajustar a eficiência. As folgas indicam que é necessário reduzir os insumos, ou até mesmo otimizar a utilização da área do terminal de passageiros. Em relação aos *outputs*, tanto a movimentação de passageiros quanto a satisfação deveriam aumentar em 14,23%.

Ressalta-se que modificar a infraestrutura de um aeroporto é considerado algo extremamente complexo, visto que construções envolvem altíssimos gastos no setor. Os dados de redução para a área do terminal de passageiros sugere que o terminal aeroportuário pode estar sendo subutilizado e até mesmo, que parte de sua área poderia ser operada para outros fins, como por exemplo, área para receitas não aeronáuticas, dependendo da configuração do aeroporto.

Por fim o Aeroporto de Salvador, menor eficiência da amostra, apresentou um maior aumento em termos de porcentagem das variáveis de insumos, com 17,80% para melhorar a eficiência.

É pertinente destacar que 6 dos 8 aeroportos que não alcançaram a eficiência máxima, apresentam um valor porcentual relativamente pequeno a fim de atingir a fronteira. Estes valores estão no intervalo de 1,0% a 6,23%. Ou seja, aumentar a satisfação do usuário, que pode vir a resultar no aumento de movimentação de passageiros, já poderia implicar em melhorias a eficiência desses aeroportos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modal aéreo é um dos fatores de maior relevância a um país. Com a crescente demanda de passageiros nos aeroportos, torna-se apropriado aplicar estudos que avaliem a eficiência aeroportuária. Além do mais, a satisfação do passageiro pode afetar diretamente o padrão do nível de serviço de um aeroporto, contribuindo ou prejudicando sua eficiência.

O presente trabalho analisa a eficiência relativa de 15 aeroportos brasileiros no ano de 2016. A seleção dos aeroportos deu-se por meio da disponibilidade de dados da média de satisfação geral do passageiro no *website* da Hórus, e também, no requisito de movimentação de passageiros anuais. Foram considerados como *inputs*: área do terminal de passageiros e a quantidade de companhias aéreas. Como variáveis de *outputs*: movimentação anual de passageiros e a percepção da satisfação geral do passageiro.

As eficiências relativas das DMUs foram obtidas pela Análise Envoltória de Dados, considerando os retornos variáveis de escala do modelo BCC. No geral, os aeroportos brasileiros apresentaram eficiência satisfatória no ano de 2016. Dentre os 15 aeroportos considerados no estudo, 7 obtiveram 100% de eficiência, o que representa 46,66% da amostra. O Aeroporto Internacional de Salvador obteve a pior avaliação.

O uso do DEA, que propôs o aumento dos produtos, assim como a redução dos insumos como forma de atingir a fronteira de eficiência, não resulta em incentivar a redução de investimentos nos aeroportos, mas ajuda a localizar variáveis que podem vir a estar mal gerenciadas.

Devido a poucas pesquisas encontradas nos referenciais teóricos buscados sobre o assunto de eficiência em relação às variáveis de percepção de qualidade pelo usuário, este trabalho buscou preencher a lacuna na inserção acadêmica. Bem como, o uso da variável de satisfação do

passageiro é inédita no âmbito da eficiência aeroportuária. Ademais, o estudo contribui na identificação de uma metodologia ao operador aeroportuário no contexto de satisfação do passageiro relacionado à eficiência.

Para trabalhos futuros sugerem-se estudos que investiguem, de modo mais aprofundado, os parâmetros que contribuem ao aumento da movimentação de passageiros, assim como para a satisfação do usuário nos terminais aeroportuários.

AGRADECIMENTOS

os autores agradecem o apoio oferecido pela capes – coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). *Concessões*. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes>. (Acessado em: 13 de novembro de 2017).
- Ahn, Y. H. e H. Min (2014) Evaluating the multi-period operating efficiency of international airports using data envelopment analysis and the Malmquist productivity index. *Journal of Air Transport Management*, v. 39, p. 12-22. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2014.03.005.
- Angulo M. L.; N. L. Biondi; M. J.C.C.B. Soares e E.G. Gomes (2005). ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, v. 25, n. 3, p. 493-503.
- Bandeira, M. C. G. S. P. e A. R. Correia (2008). Analysis of the degree of Importance of the Airport Passenger Terminal Components in São Paulo / Guarulhos International Airport. *Journal of the Brazilian Air Transportation Research Society*, v. 4, p. 25-34.
- Banker, R. D.; A. Charnes e W. W. Cooper (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment. *Management Science*, v. 30, n. 9. DOI: 10.1287/mnsc.30.9.1078
- Barros, C. P. e P. U. C. Dieke (2008) Measuring the economic efficiency of airports: A Simar–Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 44, n. 6, p. 1039–1051. DOI: 10.1016/j.tre.2008.01.001.
- Barros, C. P. e P. U. C. Dieke (2008) Measuring the economic efficiency of airports: A Simar–Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E*, v. 44, n. 6, p. 1039–1051. DOI: 10.1016/j.tre.2008.01.001.
- Belloni, J. A. (2000) Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Bogicevic, V. (2017) The impact of traveler-focused airport technology on traveler satisfaction. *Technological Forecasting & Social Change*, v.123 (C), p.351-361. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.03.038.
- Brida, J. G.; L. Moreno-Izquierdo e S. Zapata-Aguirre. (2016) Customer perception of service quality: The role of Information and Communication Technologies (ICTs) at airport functional areas. *Tourism Management Perspectives*, v. 20, p. 209–216. DOI: 10.1016/j.tmp.2016.09.003.
- Camioto, F. C. (2013) Consumo energético nos setores industriais brasileiros – Uma avaliação de desempenho e estratégias para redução da emissão de CO₂. Tese (Doutorado). Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Castro, E. L.; V. A. Falcão e F. C. Camioto (2017) Eficiência operacional dos principais aeroportos brasileiros entre 2010 e 2016 utilizando análise envoltória de dados. *Simpósio XVI SITRAER*. Rio de Janeiro.
- Charnes, A.; W. W. Cooper e E. Rhodes (1978) Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p 429-444. DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8
- Chi-Lok, A. Y. e A. Zhang (2009) Effects of competition and policy changes on Chinese airport productivity: An empirical investigation. *Journal of Air Transport Management*, v. 15, n. 4, p. 166–174. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2008.09.003.
- Cooper, W.W.; S. Li; L. M. Seiford; K. Tone; R. M. Thrall e J. Zhu. (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. *Journal of Productivity Analysis*, v. 15, n. 3, p. 217–246.
- Falcão, V. A. e A. R. Correia (2012). Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. *Journal of Transport Literature* [online], v. 6, n.4, p.133-146. ISSN 2238-1031.
- Fan, L. W.; F. Wu e P. Zhou. (2014) Efficiency measurement of Chinese airports with flight delays by directional distance function. *Journal of Air Transport Management*, v. 34(C), p. 140-145. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2013.10.002.
- Ferreira, D. C.; R. C. Marques e M. I. Pedro. (2016) Comparing efficiency of holding business model and individual management model of airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 57, p. 168-183. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2016.07.020.
- Graham, A. (2014) *Managing airports: An international perspective*. 4nd Ed.
- INFRAERO. (2016). *Anuário Estatístico Operacional*. Disponível em: http://www4.infraero.gov.br/media/642485/anuario_2016.pdf. (Acessado em: 09 de Outubro de 2017).
- Lin, L. C. e C. H. Hong. (2006) Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, v. 12, n. 6, p. 342–351. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2006.08.002

- Lozano, S. e E. Gutiérrez (2011) Slacks-based measure of efficiency of airports with airplanes delays as undesirable outputs. *Computers & Operations Research*, v. 38, n. 1, p. 131–139. DOI: 10.1016/j.cor.2010.04.007.
- Mariano, E. B. (2008) Sistematização e Comparação de Técnicas, Modelos e Perspectivas não-paramétricas de análise de Eficiência Produtiva. 301f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Marques, R. C. e P. Simões (2010). Measuring the influence of congestion on efficiency in worldwide airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 16, n. 6, p. 334-336. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2010.03.002.
- Mckinsey & Company (2010). *Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado*. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro.
- Mello, J. C. C. B. S.; L. A. Meza; E. G. Gomes e L. B. Neto (2005). Curso de análise de Envoltória de Dados. In: *XXXVII. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional – SBPO*, Gramado, Anais.
- Merkert, R. e A. G. Assaf (2015) Using DEA models to jointly estimate service quality perception and profitability – Evidence from international airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v.75, p.42–50. DOI: 10.1016/j.tra.2015.03.008.
- Merkert, R. e L. Mangia (2014) Efficiency of Italian and Norwegian airports: A matter of management or of the level of competition in remote regions? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 62, p. 30–38. DOI: 10.1016/j.tra.2014.02.007
- Örkcü, H. H; C. Balıkcı; M. I. Dogan e A. Genç (2016) An evaluation of the operational efficiency of Turkish airports using data envelopment analysis and the Malmquist productivity index. *Transport Policy*, v.48, p.92–104. DOI: 10.1016/j.tranpol.2016.02.008.
- Pacheco, R. R. e E. Fernandes (2003) Managerial efficiency of Brazilian airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 37, n. 8, p. 667–680. DOI: 10.1016/S0965-8564(03)00013-2.
- Pels, E.; P. Nijkamp e P. Rietveld (2003) Inefficiencies and scale economies of European airport operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v.39, p.341–361. DOI: 10.1016/S1366-5545(03)00016-4.
- Rosas, J. H. A. e L. A. Gemoets (2010) Measuring the efficiency of Mexican airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 16, n. 16, p. 343-345. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2010.05.003.
- Sarkis, J. (2000) An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States. *Journal of Operations Management*, v. 18, n. 3, p. 335–351. DOI: 10.1016/S0272-6963(99)00032-7
- Tsekeris, T. (2011) Greek airports: Efficiency measurement and analysis of determinants. *Journal of Air Transport Management*, v. 17, n. 2, p. 140-142. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2010.06.002.
- Tsui, W. H. K.; H. O. Balli; A. Gilbey e H. Gow (2014) Operational efficiency of Asia–Pacific airports. *Journal of Air Transport Management*, v.40, p.16–24. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2014.05.003.
- Wanke, P. e C. P. Barros. (2017) Efficiency thresholds and cost structure in Senegal airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 58, p. 100-112. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2016.10.005.
- Wanke, P. F.; R. V. Silveira e F. G. Barros. (2009) *Introdução ao planejamento da infraestrutura e operações portuárias: aplicações de pesquisa operacional*. São Paulo: Atlas.
- Website Hórus. *Ministério dos transportes, Portos e Aviação Civil, Secretaria Nacional de Aviação Civil*. Disponível em: <https://horus.labtrans.ufsc.br/gerencial/#Principal>. Acessado em: 09 de outubro de 2017.