



**UFC**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ FACULDADE DE ECONOMIA,  
ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA, CONTABILIDADE  
E SECRETARIADO EXECUTIVO  
CURSO DE FINANÇAS**

**JÚLIA ANDRADE DA SILVA RODRIGUES**

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS AEROPORTOS CONCEDIDOS NO  
BRASIL NO SEGUNDO GRUPO DE LEILÕES UTILIZANDO O DEA**

**FORTALEZA**

**2018**

JÚLIA ANDRADE DA SILVA RODRIGUES

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS AEROPORTOS CONCEDIDOS NO BRASIL  
NO SEGUNDO GRUPO DE LEILÕES UTILIZANDO O DEA

Monografia apresentada ao Programa de  
Graduação em Finanças da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de graduada em Finanças

Orientador: Prof. Dr. Francisco Gildemir  
Ferreira da Silva

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R613a Rodrigues, Júlia.  
ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS AEROPORTOS CONCEDIDOS NO BRASIL NO  
SEGUNDO GRUPO DE LEILÕES : UTILIZANDO O DEA / Júlia Rodrigues. – 2018.  
36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,  
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Me. Francisco Gildemir Ferreira da Silva.

1. Eficiência Técnica. 2. Aeroportos. 3. Concessão. 4. DEA. I. Título.

CDD 332

---

JÚLIA ANDRADE DA SILVA RODRIGUES

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS AEROPORTOS CONCEDIDOS NO BRASIL  
NO SEGUNDO GRUPO DE LEILÕES UTILIZANDO O DEA

Monografia apresentada ao Programa de  
Graduação em Finanças da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do título de graduada em Finanças

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Francisco Gildemir Ferreira da Silva (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Bruno de Athayde Prata  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto  
Universidade Estadual do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a minha mãe, pelo amor,  
dedicação, ensinamentos, pelo apoio  
incondicional em todos os momentos da minha  
vida e por me fazer acreditar que tudo é  
possível, basta perseguir os sonhos. Amo você!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o sopro de vida e ter colocado em mim não apenas sonhos, mas força e persistência para realizá-los.

Agradeço a minha mãe que me ensinou a lutar pelo que almejo pautado por princípios e valores irrefutáveis. Minha inspiração a não desanimar frente aos desafios e sempre perseverar com garra e humildade.

Ao meu orientador e professor, Gildemir, que pacientemente vem me auxiliando a concluir esse trabalho e com muita sabedoria me instruiu por todo o ano.

Aos meus familiares que acreditaram no meu potencial, especialmente minha irmã Ingryd e meu sobrinho João Pedro.

As minhas irmãs de caminhada cristã: Raquel, Leonarda e Paloma. Elas sempre me incentivaram, mesmo nos piores dias e quando o desejo de desistir vinha à mente, elas me reanimaram com a palavra de Deus.

Por fim e não menos importante agradeço encarecidamente aos meus colegas de curso que me ajudaram nos momentos mais cruciais do curso e com muita alegria me ajudaram a driblar os dias tensos. Meus sinceros agradecimentos à Letícia, Gérson, Fabiana, Roberto e Arley.

“Seria eu um bucolista morto,  
Ao derrubar aquela árvore  
Que me impede a bela vista  
Do aeroporto?”  
(Augusto Darde)

## RESUMO

Houve um intenso crescimento do número de passageiros e da quantidade de carga transportada por aviões nos últimos 20 anos provenientes principalmente da ascensão econômica do país e do aumento da renda per capita do brasileiro, apesar do baixo investimento na ampliação da capacidade dos atuais aeroportos. O Governo Federal, por meio da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da Secretaria de Aviação Civil (SAC), tomou providências ao longo de 2011 para reestruturar o setor aeroportuário brasileiro decidindo conceder os aeroportos à iniciativa privada. A primeira decisão foi privatizar em 2012 os aeroportos de Guarulhos, Campinas e de Brasília. Neste trabalho será analisado se há diferença entre a eficiência técnica dos aeroportos concedidos em comparação aos não concedidos após 2012, utilizando a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA). O ganho científico está em medir a significância estatística entre diferentes grupos via teste de médias intertemporal e intergrupos, incorporando estatísticas *ex-post* das concessões e inovando na avaliação de políticas que objetivavam ampliar a eficiência técnica. Os resultados apontam que não se alcançou ganho estatisticamente significativo nesse quesito entre os aeroportos concedidos e não concedidos. Sugere-se realização de novos estudos explorando novas variáveis de input e output.

**Palavras-chave:** Aeroporto. Concessão. DEA.



## **ABSTRACT**

There has been an intense growth in the number of passengers and the amount of cargo transported by airplanes in the last 20 years, mainly due to the economic rise of the country and the increase in the per capita income of Brazilians, despite the low investment in the increase of the capacity of the current airports. The Federal Government, through the National Civil Aviation Agency (ANAC) and the Civil Aviation Secretariat (SAC), made arrangements throughout 2011 to restructure the Brazilian airport sector by deciding to grant the airports to private initiative. The first decision was to privatize in 2012 the airports of Guarulhos, Campinas and Brasilia. In this paper, it will be analyzed whether there is a difference between the technical efficiency of the airports awarded compared to those not granted after 2012, using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. The scientific gain is to measure the statistical significance between different groups through intertemporal means test and intergroups, incorporating ex-post statistics of the concessions and innovating in the evaluation of policies that aim to increase technical efficiency. The results show that there was no statistically significant gain in this category between the airports granted and not granted. It is suggested to carry out new studies exploring new input and output variables.

**Keywords:** Airport. Concession. DEA.

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2</b>     | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                | <b>13</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>Concessões e privatizações.....</b>                           | <b>13</b> |
| <b>2.1.1</b> | <i>O Programa de Privatização de Aeroportos Brasileiros.....</i> | <b>14</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>Estudos sobre aeroportos.....</b>                             | <b>16</b> |
| <b>2.2.1</b> | <i>Estudos brasileiros.....</i>                                  | <b>16</b> |
| <b>2.2.2</b> | <i>Estudos de casos estrangeiros .....</i>                       | <b>19</b> |
| <b>2.3</b>   | <b>Análise envoltória de Dados (DEA) .....</b>                   | <b>19</b> |
| <b>3</b>     | <b>MÉTODO DE AVALIAÇÃO .....</b>                                 | <b>24</b> |
| <b>4</b>     | <b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>                  | <b>25</b> |
| <b>5</b>     | <b>CONCLUSÃO.....</b>  | <b>33</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>34</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Os aeroportos consistem não somente locais de transferência entre os modos de transporte aéreo e terrestre, mas centros impulsionadores do desenvolvimento urbano, seja pelo aumento do potencial turístico, seja como gerador de empregos e opções de lazer (MELLO; GOMES; 2004 *apud* PALHARES ; ESPÍRITO SANTO JR., 2001). O Aeroporto Santos Dumont no Rio de Janeiro foi o primeiro aeroporto brasileiro inaugurado em 1936 e marcou a história do Brasil dando início a acessibilidade mais dinâmica se comparado com o transporte marítimo para viagens internacionais, trazendo então a importante missão de ajudar no desenvolvimento e globalização deste país.

Houve um intenso crescimento do número de passageiros e quantidade de carga transportada nos últimos 20 anos em função da ascensão econômica do país e do aumento da renda per capita do brasileiro, contudo os investimentos na ampliação da capacidade dos atuais aeroportos não aconteceram na mesma proporção. Isso acarreta problemas aos passageiros e para a economia, pois um setor aéreo deficitário na sua operação impede que pessoas e mercadorias fluam com facilidade.

Dada a rápida expansão econômica no período atrelada a uma rigidez na contratação, orçamentação e gestão pública feita pela empresa Infraero (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária), cogita-se que isso gerou ineficiências na gestão dos principais aeroportos do país. Paralelo a esta expansão econômica, em 2014 ocorreu a Copa do Mundo e em 2016 as Olimpíadas no Brasil, evidenciando a necessidade de aumento dos investimentos e melhorias no serviço. O Governo Federal, por meio da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da Secretaria de Aviação Civil (SAC), tomou providências ao longo de 2011 para reestruturar o setor aeroportuário brasileiro optando por conceder os aeroportos à iniciativa privada. Visando o aumento da eficiência dos aeroportos, a primeira diretriz consistiu no repasse dos aeroportos de Guarulhos, Campinas e de Brasília para administração privada em 2012.

Segundo Souza e Wilhelm (2008) há três abordagens básicas para a mensuração da produtividade e da eficiência: a construção de índices de produtividade total dos fatores, a econométrica e a programação linear. Esta última será o ferramental de aplicação desse trabalho para analisar a eficiência dos aeroportos concedidos após sua privatização utilizando a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA). Embora esta técnica seja amplamente utilizada em estudos de eficiência nos modais de transportes, pouco é utilizado em estudos deste tipo para verificar diferenças entre políticas executadas. Assim, neste trabalho haverá um ganho

metodológico por medir a significância estatística entre diferentes grupos via teste de médias intertemporal e intergrupos.

Desta forma, este trabalho objetiva analisar comparativamente a eficiência entre aeroportos concedidos e não concedidos. Para tanto, será mensurada a eficiência técnica utilizando a modelo DEA, seguida por testes de média para averiguar se há ou não diferença entre grupos ao longo do tempo. O trabalho está dividido em mais quatro tópicos que contemplam o referencial teórico, análise dos dados e a modelagem, seguido pelas considerações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção posiciona o estudo na literatura de análise de eficiência técnica dos aeroportos, enfatizando os principais estudos correlatos do caso brasileiro. A primeira seção disserta sobre concessões e privatizações dos aeroportos no país. A segunda seção lista alguns estudos nacionais sobre aeroportos e aplicações empíricas do modelo DEA neste setor. Por fim, a terceira seção resume os principais modelos da Análise Envoltória de Dados e introduz a ideia central da técnica utilizada no estudo.

### 2.1 Concessões e privatizações

Privatização é a prática de delegar responsabilidades públicas para organizações privadas. No entanto, o termo privatização “é não somente um termo deselegante como também lamentavelmente impreciso”, pois “pode significar algo tão amplo como reduzir o estado do bem-estar, promovendo ao mesmo tempo o espírito de iniciativa e o voluntarismo; ou algo tão estreito como substituir, por um grupo de trabalhadores privados, um grupo inteiramente idêntico de servidores públicos, para executar uma determinada tarefa” (CAMACHO, 2002, *apud* DONAHUE, 1992).

Segundo Pririe (1988) a privatização é uma das muitas respostas estratégicas indicadas para lidar com o fracasso dos governos democráticos em implementar políticas econômicas de forma sensata e segura.

Arranjos contratuais que aliam parceiros públicos e privados para provisão de serviços públicos são um fato cuja frequência vem se intensificando desde os anos 90 (EVINA, 2017 *apud* YESCOMBE, 2007). Isso porque essa forma de acerto se apresenta como alternativa mais viável para solucionar problemas originados no crescimento da demanda por esses serviços e pela insuficiente qualidade da sua prestação. Isto se torna notório quando ambos estão associados a déficits públicos e deficiências na estrutura administrativa e institucional (EVINA, 2017).

No Governo Collor (1990 a 1992) o tema privatização foi introduzido, desde a campanha eleitoral, sob o eufemismo da reforma patrimonial do Estado. Seu programa, denominado PND – Programa Nacional de Desestatização foi submetido ao Congresso Nacional junto com o plano de estabilização, como primeiro ato do novo Governo. Este programa alcançou todas as grandes empresas estatais dos setores concorrenciais, ficando de fora somente as empresas dos setores de monopólio protegidas pela Constituição. (CAMACHO, 2002, *apud* ASSIS, 1997).

Segundo Evina (2017) as parcerias público-privadas (PPP) é uma modalidade de concessão de serviço público que têm se proliferado nesse cenário. Por possuírem algumas características comuns, elas podem ser definidas como:

- (i) contratos de longo prazo celebrados entre a Administração Pública e um particular;
- (ii) para o desenho, financiamento e construção de uma de infraestrutura pública;
- (iii) com pagamentos pelo uso da infraestrutura, na vigência do contrato, feitos pela Administração Pública ou pelos usuários individuais;
- (iv) com a infraestrutura construída pertencendo ao Estado ou para ele entregue ao término do contrato.

#### 2.1.1 O Programa de Privatização de Aeroportos Brasileiros:

Segundo Resende (2017) o programa de privatização de aeroportos brasileiros teve início no ano de 2011 através da privatização do Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante a caráter de teste, distante 40 km de Natal, no Rio Grande do Norte. A concessão do aeroporto destacou-se por se tratar de um projeto greenfield – ou seja, um novo aeroporto deveria ser inteiramente construído pela empresa vencedora do leilão. Assim, apesar de o leilão ter sido realizado em agosto de 2011, o aeroporto somente entrou, de fato, em operação em 31 de maio de 2014. Para fins deste trabalho, consideramos 2014 como o ano do tratamento e 2015 como o primeiro ano pós-privatização.

Segundo Meyer (2011) os aeroportos de Cumbica (Guarulhos-SP), Viracopos (Campinas-SP) e JK (Brasília-DF) que foram leiloados na segunda rodada de privatizações (2012) operavam em 2011 juntos 30% dos passageiros, 57% das cargas e 19% das aeronaves do tráfego aéreo brasileiro, ou seja, concentravam a maior demanda por passageiros e carga do país. Por ano registravam um movimento de 43,7 milhões de passageiros. São aeroportos fundamentais no tráfego de pessoas e cargas no Brasil, e operavam acima de suas capacidades. O Governo decidiu então, conceder esses três aeroportos à iniciativa privada com o intuito de estimular e acelerar os investimentos necessários para a modernização desses terminais. É importante notar que as Concessionárias não assumem o aeroporto imediatamente após o leilão.

A concessão teve início somente em julho de 2012, onde se iniciou um período de transição de seis meses, no qual a administração dos aeroportos foi realizada conjuntamente

com a Infraero. Assim, para efeitos deste trabalho, os aeroportos somente passaram a ser, de fato, integralmente administrados pelas Concessionárias privadas em 2013.

Em novembro de 2013, foi realizada a terceira rodada na qual foram privatizados os aeroportos internacionais de Confins e Galeão. O modelo foi semelhante ao da segunda rodada. Assim, a concessão teve início formal somente em maio de 2014, seguido por um período de 6 meses de transição das operações. Adotando parâmetro semelhante ao das primeiras rodadas, considerou-se o ano de 2015 como o primeiro no qual o aeroporto esteve sob administração do concessionário privado.

Em 2017, mais quatro aeroportos foram concedidos: Pinto Martins, em Fortaleza-CE; Luiz Eduardo Magalhães, em Salvador-BA; Hercílio Luz, em Florianópolis-SC; e Salgado Filho, em Porto Alegre-RS. Ao todo foram dez aeroportos concedidos e com a promessa de outros treze a serem leiloados ao longo dos próximos anos.

Os lances mínimos do leilão são definidos pelo governo com base em Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEAs. Nesses estudos, o governo realiza seu próprio valuation dos aeroportos, de forma a definir um valor mínimo aceitável por cada um deles. (RESENDE, 2017).

Os leilões foram realizados em duas etapas. Na primeira, os proponentes deveriam apresentar, em volumes lacrados, suas propostas econômicas para cada aeroporto. As propostas foram, então, ordenadas pelo critério de maior Valor da Contribuição Fixa (montante anual pago pela concessionária ao governo pelo direito de explorar o aeroporto). Em seguida, teve início o leilão em viva-voz, do qual participaram as empresas cujas ofertas estavam entre as três maiores para cada Aeroporto e as empresas cujo valor da oferta seja igual ou superior a 90% do valor da maior oferta.

A Contribuição Fixa deve ser paga anualmente, reajustada pela inflação (o consórcio vencedor de Guarulhos, por exemplo, não terá que pagar os R\$ 16 bilhões à vista, mas parcelados no prazo da concessão). Deve-se notar que o prazo da concessão varia entre os aeroportos, o que torna os valores totais de outorga não comparáveis entre si. A título de comparação, incluímos na Tabela 1 o valor de outorga fixo anual estimado.

Além da Contribuição Fixa, o contrato prevê o pagamento da chamada “Contribuição Variável”, que consiste em um percentual da receita bruta. Esse percentual também varia de acordo com o aeroporto, conforme pode ser observado na Tabela 1.

### **Tabela 1: Características das Concessões**

| Aeroporto    | Prazo de Concessão | Outorga Fixa Anual (em Milhões R\$) | Outorga Variável Anual (estimada) |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Brasília/DF  | 25 anos            | 180                                 | 2%                                |
| Guarulhos/SP | 20 anos            | 811                                 | 10%                               |
| Viracopos/SP | 30 anos            | 127                                 | 5%                                |

Fonte: Resende (2017)

O contrato inclui, ainda, a previsão de investimentos obrigatórios, tanto de curto prazo, a serem realizados imediatamente após o início da operação, até de médio e longo prazo, regulado por meio de gatilhos de investimentos, definidos de acordo com a movimentação de passageiros e com os Parâmetros Mínimos de Dimensionamento definidos no contrato.

Uma última característica importante dos contratos de concessão (com exceção do aeroporto de Natal) é a previsão de que a Infraero seja sócia minoritária de todos os consórcios vencedores, com 49% de participação. (RESENDE, 2017). A Infraero participará das principais tomadas de decisões estratégicas da empresa, e o poder da Infraero nessas decisões dependerá de como serão estabelecidos os acordos firmados entre as duas partes.

O procedimento operacional do aeroporto continuará sendo responsabilidade da estatal. Com a entrada de um sócio privado, ela terá que investir menos do que anteriormente previsto, logo o Governo deseja investir essa quantia economizada em outros terminais da rede. Já o dinheiro da tarifa adicional a ser cobrada sobre a receita bruta anual de cada aeroporto, bem como a receita gerada pelos leilões, será destinado à FNAC (Fundo Nacional da Aviação Civil) cujo objetivo será destinar recursos ao sistema da aviação civil para aplicação em projetos de desenvolvimento e fomento da infraestrutura aeroportuária e aeronáutica civil. (MEYER, 2011).

## **2.2 Estudos sobre aeroportos**

### **2.2.1 Estudos brasileiros**

A Análise Envoltória de Dados tem sido utilizada por vários autores como um dos principais métodos para o estudo da eficiência aeroportuária, através de diferentes modelos e variáveis. Fernandes e Pacheco (2001) analisaram a eficiência de 35 aeroportos brasileiros com operação doméstica, em termos de números de passageiros transportados. Os dados



processados foram referentes a 1998. Como variável de *output* foi utilizada a movimentação de passageiros (embarque/desembarque) domésticos. Para os *inputs* foram considerados: número de balcões de check-in, área do pátio, área de embarque, número de vagas no estacionamento, área de restituição de bagagem e comprimento do meio-fio. O modelo adotado foi BCC orientado a *output*. Nos resultados foram apresentados 16 aeroportos que atingiram a fronteira de eficiência, sendo os 19 restantes considerados relativamente ineficientes.

Mello e Gomes (2004) também analisam a eficiência operacional de 23 aeroportos brasileiros e estrangeiros utilizando o modelo DEA Retornos de escalas (RTS) com o objetivo de comparar os resultados obtidos com os resultados de Palhares (2001). Considera-se o número total de funcionários como *input* e o movimento de passageiros e aviões como *output*. O artigo conclui que os resultados são semelhantes ao de Palhares, com exceção apenas para os aeroportos de Guarulhos e Galeão.

Almeida, et al. (2008) analisou 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). 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. Os resultados mostram que apenas 8 aeroportos são eficientes, com a ressalva de que Florianópolis que obteve eficiência total de 100%.

Rodrigues e Castro (2012) analisaram a eficiência de 20 aeroportos brasileiros em termos de passageiros transportados em 2010 utilizando o DEA CCR, BCC e Retornos de escalas, todos orientados a *output*. As variáveis de *Input* são: pátio das aeronaves, extensão da pista, área do terminal de passageiros, número de vagas de estacionamento, número de pousos e decolagens de aeronaves nos aeroportos. Já para o *Outputs* são: número total de passageiros transportados, considerando embarque e desembarque. Os resultados mostram que tanto no modelo CCR, quanto no RTS (Retornos de escala) 7 aeroportos são eficientes. Já no modelo BCC 10 aeroportos são tidos como eficientes.

Devido a Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016 que foram sediados no Brasil, os aeroportos brasileiros começaram a ser um tema alvo de pesquisas e estudos. Falcão (2011) propôs uma análise do nível de serviços em componentes de desembarque de terminais de passageiros no aeroporto de Campinas/Viracopos, pois o desenvolvimento de medidas de

nível de serviço para terminais de passageiros (TPS) em aeroportos tem sido uma das questões mais importantes para os operadores aeroportuários no mundo todo objetivando reduzir custo, redirecionar investimentos e aumentar o nível de satisfação dos clientes.

Para propor padrões de nível de serviço de acordo com a opinião do passageiro no saguão de restituição de bagagens do desembarque doméstico do Aeroporto Internacional de Campinas foi necessário utilizar regressão linear buscando um relacionamento causal entre o tempo de espera na restituição e a avaliação quantitativa feita por uma amostra de 76 passageiros. Ao final, os padrões desenvolvidos por este estudo foram comparados com padrões de um aeroporto semelhante no Canadá.

Em função da pesquisa, observa-se que a média da pontuação dada pelos passageiros entrevistados quanto ao tempo de espera foi de 3,96 e, para o espaço para restituição de bagagem foi de 4,43. Portanto, considerando a pontuação máxima igual a 5, o aeroporto de Viracopos tem uma boa percepção, por parte dos passageiros, quanto aos serviços analisados. Através da análise dos dados coletados, verificou-se que o tempo médio global que o passageiro esperou por sua bagagem foi de 8min15seg. Os resultados indicam que os passageiros de Campinas são ligeiramente mais exigentes que os passageiros no Canadá.

Périco, et Al. (2015) analisaram utilizando o DEA, a eficiência financeira 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 *inputs* foram: Despesas com depreciação e remuneração (do bens da Infraero e da União), Despesas Operacionais Aeronáuticas e Despesas não Aeronáuticas. Os *outputs* foram: Receitas aeronáuticas e Receitas Não Aeronáuticas. Os resultados obtidos apontaram dois aeroportos da região Sul como os mais eficientes, sendo eles o de Curitiba e de Florianópolis. E indicaram os aeroportos de Recife e Galeão como os menos eficientes.

Rolim e Oliveira (2016) são autores do artigo intitulado “Estudo e estimação dos primeiros efeitos da privatização de aeroportos na demanda de passageiros no Brasil” cujos autores são integrantes do NECTAR-ITA (Núcleo de Economia do Transporte Aéreo - Instituto Tecnológico de Aeronáutica). Este artigo tem uma visão prática e ao mesmo tempo teórica dos impactos da privatização sobre os aeroportos brasileiros, procurando responder perguntas sobre seu desempenho de curto prazo.

Os resultados deste trabalho evidenciam que o conjunto de aeroportos privatizados na rodada de concessões de 2012 elevou a demanda de passageiros após as privatizações. Entretanto, houve um desempenho desigual entre os aeroportos, sendo que alguns utilizam melhor o potencial de crescimento. Há evidências de que, em sua totalidade, esses aeroportos não obtiveram ganho de participação de mercado, mas pode ter havido captura de mercado entre eles. O trabalho concluiu que o efeito de curto prazo da privatização foi extremamente benéfico para o Aeroporto Internacional de Campinas, onde havia sido instalada a base operacional da empresa "low cost" Azul Linhas Aéreas.

### 2.2.2 Estudos de casos estrangeiros

Merket (2012), fez uma revisão de diferentes métodos de benchmarking no contexto dos aeroportos regionais do mundo todo. O artigo revisa a literatura existente sobre *benchmarking* aeroportuário, fazendo uma análise nos artigos que aprofundam as melhores práticas utilizadas por aeroportos para alcançar a eficiência e o bom desempenho. No trabalho são identificadas as diferenças no desempenho, buscando explicar por que as unidades de análise diferem em sua eficiência. A heterogeneidade revela as melhores práticas e fatores que impulsionam a eficiência do aeroporto (como diferentes comprimentos de pista ou condições climáticas). Cada aeroporto teve suas próprias características especiais, e a característica interessante de uma DEA de dois estágios é lançar luz sobre essa heterogeneidade e como ela afeta a produtividade.

Os métodos de avaliação do desempenho estudados são Medida Parcial de Produtividade (PPM), SFA (Método Paramétricos com abordagem de fronteira estocástica que combina todos os fatores de saída) e o DEA (Análise por Envoltória de Dados). O artigo conclui que o principal benefício do modelo SFA e do DEA é calcular, para entradas e saídas múltiplas, medidas de eficiência únicas que podem ser usadas para comparar grupos de aeroportos regionais/ pequenos entre si. Como os PPMs são relativamente fáceis de computar, a combinação de alguns PPMs com DEA ou SFA de dois estágios parece ser a mais efetiva no contexto regional de benchmarking aeroportuário.

### 2.3 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A análise envoltória de dados, ou Data Envelopment Analysis (DEA), é uma técnica relativamente nova, utilizada para avaliar a performance de um conjunto de entidades que são chamadas de Decision Making Units (DMUs) ou unidades tomadoras de decisão, que

convertem múltiplas entradas (inputs) em múltiplas saídas (outputs). (SALGADO JUNIOR, et al., 2009; *apud* COOPER, et al., 2004).

A DEA é um método quantitativo, empírico e não paramétrico que mede o desempenho relativo entre DMUs, ou seja, unidades produtivas semelhantes, gerando um único indicador de desempenho para cada DMU do grupo avaliado, a partir da relação ponderada entre produtos e insumos. (DA SILVA, 2010 *apud* NIEDERAUER, 1998).

Essa técnica foi proposta por Charnes, Cooper e Rhodes no ano de 1978 e auxiliou de maneira eficaz a resolução do problema do cálculo da eficiência relativa. A técnica é baseada em um modelo de programação linear, podendo ser sistematizada e facilmente resolvida com as ferramentas computacionais existentes atualmente. Esse modelo passou a ser conhecido como modelo CCR, em homenagem aos seus autores, ou modelo CRS, Constant Returns to Scale (retornos constantes de escala). (DE ALMEIDA, et al., 2006).

Para calcular a eficiência relativa das DMUs são necessárias variáveis divididas em *inputs* (entradas/insumos do sistema) e *outputs* (saídas/produtos do sistema). A eficiência relativa de cada DMU é definida como a razão da soma ponderada de seus produtos (*outputs*) pela soma ponderada dos insumos necessários para gerá-los (*inputs*). Em DEA, estas variáveis são ponderadas por pesos, calculadas livremente ou de forma restrita através de programação linear, objetivando maximizar a eficiência de cada DMU em relação ao conjunto de referência.

Segundo Belloni (2000) uma das características básicas do modelo DEA é possibilitar que a eficiência de cada unidade seja avaliada com um conjunto de pesos individualizado que reflita as suas especificidades. No caso do presente estudo, cada aeroporto brasileiro selecionado para determinação da eficiência irá compor uma Unidade Tomadora de Decisão (DMU).

Os métodos não-paramétricos de análise de eficiência utilizam um gráfico para interpretação dos resultados. Nesse, todas as DMUs são representadas por pontos, sendo que as DMUs consideradas pelo método como as mais eficientes são interligadas por linhas, formando a fronteira de eficiência. Todas as unidades abaixo da fronteira são ditas ineficientes (MARIANO, 2008).

Os objetivos da análise de eficiência realizada com a DEA, resumidamente, são: a) evidenciar as causas e a dimensão da ineficiência relativa de cada DMU comparada; b)

gerar um indicador de eficiência; c) determinar novas metas de produção que maximizem a eficiência das DMU.

É necessário sintetizar que existem dois fatores que influenciam significativamente os resultados obtidos quanto a aplicação do DEA: orientação e modelo. Ribeiro (2017) afirma que existem duas alternativas possíveis para a orientação do modelo DEA: optar por uma aplicação direcionada a *inputs*, que consiste em buscar minimizar o nível de *inputs* dado um nível produção. Por outro lado, é possível optar por um modelo direcionado a *output*, que se caracteriza por obter o nível máximo de produto para um dado nível de insumos utilizados. Quanto aos modelos, existem dois que são mais amplamente utilizados: CCR e BCC.

O modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) pressupõe retornos constantes de escala (Constant Returns to Scale– CRS) e mostra como as organizações procuram maximizar a quantidade combinada de produtos sujeitos à combinação viável de recursos utilizados. Este conceito se refere ao modo como o produto se comporta a medida que variamos a escala de produção. Esses rendimentos podem ser constantes, produto aumenta na mesma proporção em que variam os insumos, ou variáveis, produção cresce ou diminui em proporção maior que a variação dos insumos. (RIBEIRO, 2017; *apud* VARIAN, 2006, p. 358).

Como nem todas as organizações operam com retornos constantes de escala, o modelo CCR pode resultar em medidas de eficiência técnica distorcidas pela escala (SOUZA, et al., 2016; *apud* LA FORGIA e COUTTOLENC, 2009). Diante dessa limitação do modelo CCR, surgiu o segundo modelo, chamado de BCC.

O modelo BBC, homenagem aos seus autores Banker, Charnes e Cooper, foi desenvolvido em 1984 como uma extensão do CCR e pressupõe Retornos Variáveis de Escala (Variable Returns to Scale - VRS). O modelo BCC permite identificar se o retorno a escala é constante (escala de produção não influi), crescente (aumento de escala garante aumento de produtividade) ou decrescente (aumento de escala provoca decréscimo na produtividade). Esse modelo incorporava, pela primeira vez, o conceito de eficiência de escala

Resumidamente e conforme Casado (2007), é possível afirmar que os modelos básicos existentes no arcabouço teórico do DEA são: CCR – insumo orientado, CCR – produto orientado, BCC – insumo orientado e BCC – produto orientado.

A Tabela 2 apresenta um exemplo de aplicação do DEA, considerando uma situação com apenas 1 insumo e 1 produto:

Tabela 2 – Exemplo de aplicação das principais abordagens do DEA

| DMU | Variáveis |          | Escores de Eficiência |         |        |         |
|-----|-----------|----------|-----------------------|---------|--------|---------|
|     | Input X   | Output Y | CCR IN                | CCR OUT | BCC IN | BCC OUT |
| A   | 2         | 4        | 1                     | 1       | 1      | 1       |
| B   | 2,5       | 2        | 0,4                   | 0,4     | 0,66   | 0,44    |
| C   | 1,5       | 1        | 0,33                  | 0,33    | 1      | 1       |
| D   | 3         | 5        | 0,83                  | 0,83    | 1      | 1       |
| E   | 3         | 3        | 0,5                   | 0,5     | 0,61   | 1,66    |

Fonte: Coll e Blasco (2000).

Uma DMU é eficiente se tiver escore igual a 1, enquanto uma pontuação inferior indica ineficiência. Quanto mais distante da unidade estiver o escore de eficiência, maior será o nível de ineficiência de determinada DMU. Observa-se, também, que para retornos constantes de escala (CCR), independente da orientação definida para o modelo (*inputs* ou *outputs*), os resultados são os mesmos. Ao considerarmos retornos variáveis de escala (BCC), inicialmente, percebe-se que o número de unidades eficientes aumenta independente da orientação, e que o nível de ineficiência é impactado pela direção escolhida para o modelo. Tal resultado decorre do fato de existir diferença nos ganhos (perdas) de escala entre as unidades.

A seguir será apresentada a formulação matemática para os modelos mais básicos da modelagem DEA. Tomando o modelo CCR orientado a insumos, temos que:

$$\text{Max } h_0 = \sum_{j=1}^s u_j Y_{j0} \quad (1)$$

Sujeito:

$$\sum_{i=1}^r v_i X_{i0} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j Y_{j0} - \sum_{i=1}^r v_i X_{i0} \leq 0, \forall k \quad (3)$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j \quad (4)$$

Para o DEA orientado ao produto, segue-se:

$$\text{Min } h_0 = \sum_{i=1}^r v_i X_{j0} \quad (5)$$

Sujeito:

$$\sum_{j=1}^s u_j Y_{j0} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j Y_{j0} - \sum_{i=1}^r v_i X_{i0} \leq 0, \forall k \quad (7)$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall i, j \quad (8)$$

Em que:

$h_0$  = Eficiência da DMU 0;

$r$  = quantidade total de *inputs*;

$s$  = quantidade total de *output*;

$Y_{j0}$  = quantidade de *output*  $j$  para a DMU 0;

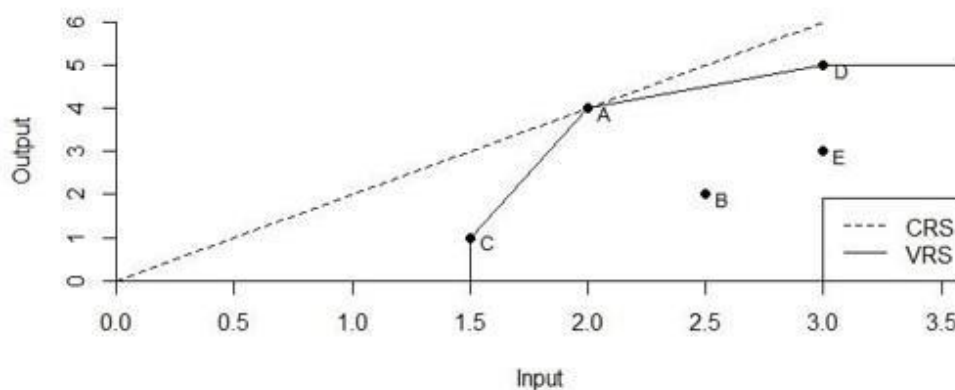
$X_{i0}$  = quantidade de *input*  $i$  para a DMU 0;

$u_j$  = peso referente ao *input*  $j$ ;

$v_i$  = peso referente ao *input*  $i$ .

Gráfico 1 nos permite visualizar, usando os dados da Tabela 2, o comportamento diferenciado da fronteira de eficiência gerada pelo DEA, tendo em vista o tipo de retorno de escala definido para o problema.

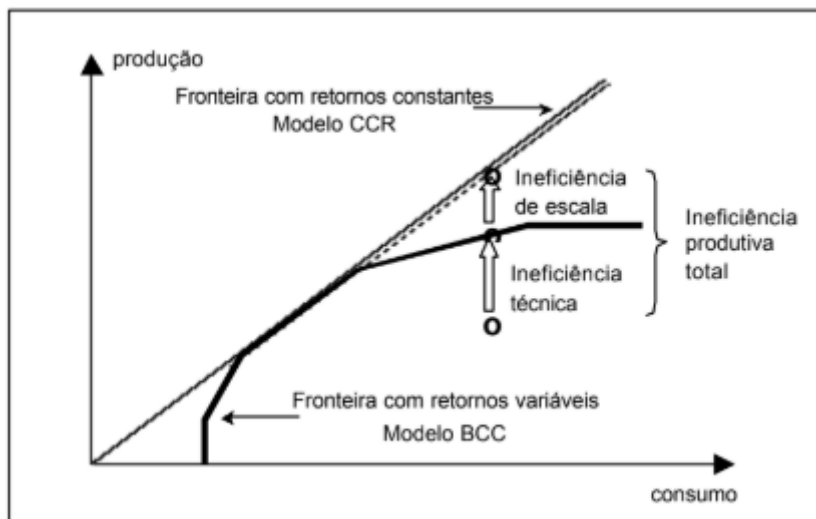
Gráfico 1 – Fronteiras de Eficiência CCR e BCC



Fonte: Ribeiro, 2017

Graficamente, temos a demonstração da fronteira de produção dos modelos CCR e BBC, conforme Figura 1.

Figura 1 - Fronteira de produção - Modelos CCR e BCC.



Fonte: Belloni, 2000

Conforme sinalizado por Senra *et al.* (2007), uma deficiência do DEA diz respeito à capacidade de ordenação das DMU's, pois quanto maior o número de variáveis utilizadas em comparação ao número de DMU's, menor será a capacidade de ordenação pelas eficiências, tendo em vista que a tendência é que muitas unidades de produção fiquem próximas da fronteira de eficiência. Logo, surge a necessidade da utilização de métodos de seleção de variáveis no intuito de contornar o problema acima descrito.

### 3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Ao iniciarmos a pesquisa, buscamos primeiramente referenciais teóricos acerca do panorama geral do transporte aéreo nacional, infraestrutura aeroportuária e alguns conceitos básicos sobre a técnica DEA, com suas principais vertentes, bem como algumas pesquisas na área de Análise de Eficiência Aeroportuária que utilizaram a referida técnica.

A escolha das variáveis foi feita baseando-se em estudos existentes no âmbito nacional e internacional, além da disponibilidade e acessibilidade aos dados para todas as DMUs. Foram designados como *inputs*: área do terminal de passageiros (m<sup>2</sup>), quantidade de posições de parada das aeronaves (un), comprimento total das pistas de pouso/decolagem (m), quantidade de pistas de pouso/decolagem (un) e área do pátio de estacionamento das aeronaves (m<sup>2</sup>). Como variáveis de *outputs*, têm-se: movimentação anual de passageiros (un) e movimentação anual de carga (t). Os dados coletados são referentes aos voos regulares e



voos não regulares. Segundo Cooper et al. (2001), o número de DMUs deve ser estabelecido segundo a relação:

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

Sendo  $n$  a quantidade de DMUs,  $m$  o número de *inputs* e  $s$  o número de *outputs*. Com isso, chega-se que o número mínimo de DMUs para o desenvolvimento desta pesquisa é 21. Foram escolhidos os primeiros aeroportos concedidos em 2011, aeroporto de Guarulhos, Campinas e Brasília. Os dados (*inputs* e *outputs*) referentes a cada DMU foram coletados em Castro, et al., 2017).

Segundo Castro, et al., 2017 os modelos de DEA que mais se adequam ao contexto de eficiência aeroportuária são aqueles que consideram Retornos Variáveis de Escala (VRS). Portanto, para nossa pesquisa foi adotado o modelo BCC orientado a *output*. A orientação do modelo foi escolhida devido às variáveis selecionadas para este trabalho. Quaisquer modificações relacionadas aos *inputs* escolhidos tendem a ser onerosas e inviáveis dependendo da situação, por isso, o emprego do modelo que permite a maximização dos *outputs* torna-se mais apropriado. Porém, apresentaremos também os resultados obtidos com o modelo BCC orientado a *input*.

#### 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a aplicação do modelo DEA-BCC orientado tanto para *output* quanto para *input* dividimos os resultados em dois grupos. GRUPO A refere-se a todos os aeroportos que não foram concedidos em 2012, ou seja, os Aeroportos de Belém, Campo Grande, Confins, Congonhas, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Galeão, João Pessoa, Macapá, Maceió, Manaus, Porto Alegre, Porto Velho, Recife, Salvador, São Luís e Teresina. No GRUPO B temos os aeroportos que são objetivos de análise deste trabalho, Aeroporto de Brasília, Campinas e Guarulhos.

Na tabela 3 é detalhada por grupo a eficiência de cada aeroporto dos anos de 2010 a 2016.

**Tabela 3 - Eficiência dos aeroportos com orientação a *output* e *input*.**

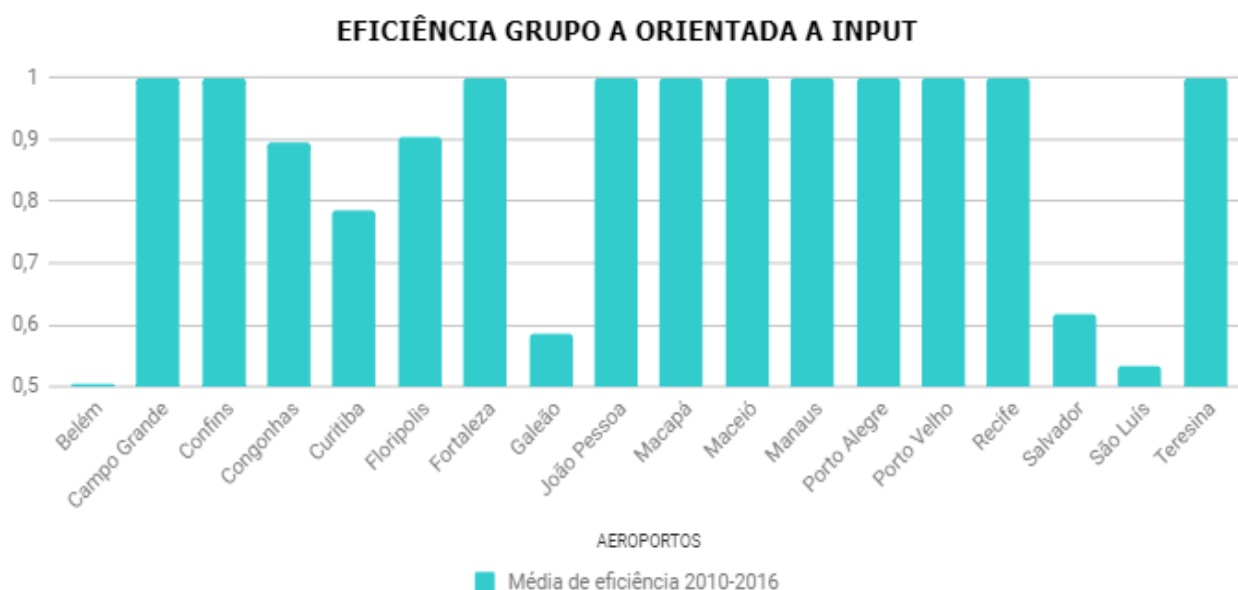
| Aeroporos | SIGLA<br>ICAO | 2010  |       | 2011  |       | 2012  |       | 2013  |       | 2014  |       | 2015  |       | 2016  |       |       |
|-----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           |               | OUT   | IN    | OUT   | IN    | OUT   | IN    | OUT   | IN    | OUT   | IN    | OUT   | IN    | OUT   | IN    |       |
| GRUPO A   | Belém         | SBBE  | 3,368 | 0,5   | 3,063 | 0,5   | 2,713 | 0,5   | 2,618 | 0,5   | 2,359 | 0,518 | 2,440 | 0,511 | 2,785 | 0,5   |
|           | Campo Grande  | SBCG  | 1,822 | 1     | 1,599 | 1     | 1,432 | 1     | 1,517 | 1     | 1,487 | 1     | 1,553 | 1     | 1,671 | 1     |
|           | Confins       | SBCF  | 1,438 | 1     | 1,095 | 1     | 1     | 1     | 1,019 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1,167 | 1     |
|           | Congonhas     | SBSP  | 1,323 | 0,807 | 1,191 | 0,874 | 1,188 | 0,875 | 1,186 | 0,876 | 1,147 | 0,899 | 1,078 | 0,943 | 1     | 1     |
|           | Curitiba      | SBCT  | 1,325 | 0,766 | 1,124 | 0,894 | 1,118 | 0,899 | 1,150 | 0,875 | 1,073 | 0,937 | 1,814 | 0,584 | 2,067 | 0,546 |
|           | Florianópolis | SBFL  | 1,455 | 0,744 | 1,258 | 0,832 | 1,148 | 0,894 | 1     | 1     | 1,069 | 0,947 | 1,031 | 0,975 | 1,089 | 0,933 |
|           | Fortaleza     | SBFZ  | 1,967 | 1     | 1,792 | 1     | 1,670 | 1     | 1,671 | 1     | 1,562 | 1     | 1,597 | 1     | 1,776 | 1     |
|           | Galeão        | SBGL  | 3,039 | 0,519 | 2,491 | 0,567 | 2,148 | 0,610 | 2,179 | 0,606 | 2,165 | 0,608 | 2,235 | 0,598 | 2,442 | 0,587 |
|           | João Pessoa   | SBJP  | 3,083 | 1     | 2,452 | 1     | 2,260 | 1     | 2,277 | 1     | 2,117 | 1     | 1,925 | 1     | 1,985 | 1     |
|           | Macapá        | SBMQ  | 1,056 | 1     | 1,029 | 1     | 1     | 1     | 2,653 | 1     | 2,355 | 1     | 2,635 | 1     | 3,090 | 1     |
|           | Maceió        | SBMO  | 4,008 | 1     | 3,643 | 1     | 3,302 | 1     | 2,918 | 1     | 2,973 | 1     | 2,860 | 1     | 2,817 | 1     |
|           | Manaus        | SBEG  | 3,760 | 1     | 3,410 | 1     | 3,211 | 1     | 3,234 | 1     | 3,265 | 1     | 3,365 | 1     | 4,237 | 1     |
|           | Porto Alegre  | SBPA  | 1,631 | 1     | 1,385 | 1     | 1,316 | 1     | 1,352 | 1     | 1,249 | 1     | 1,289 | 1     | 1,408 | 1     |
|           | Porto Velho   | SBPV  | 1,455 | 1     | 1,063 | 1     | 1     | 1     | 1,115 | 1     | 1,167 | 1     | 1,117 | 1     | 1,259 | 1     |
|           | Recife        | SBRF  | 1,450 | 1     | 1,348 | 1     | 1,279 | 1     | 1,249 | 1     | 1,206 | 1     | 1,210 | 1     | 1,243 | 1     |
|           | Salvador      | SBSV  | 1,630 | 0,623 | 1,463 | 0,691 | 1,408 | 0,717 | 1,484 | 0,682 | 2,224 | 0,560 | 2,294 | 0,549 | 2,752 | 0,5   |
| São Luís  | SBSL          | 2,647 | 0,5   | 1,999 | 0,585 | 1,822 | 0,625 | 2,407 | 0,504 | 2,330 | 0,515 | 2,461 | 0,500 | 2,688 | 0,5   |       |
| Teresina  | SBTE          | 1,329 | 1     | 1     | 1     | 1,177 | 1     | 1,118 | 1     | 1,044 | 1     | 1     | 1     | 1,110 | 1     |       |
| GRUPO B   | Brasília      | SBBR  | 1,354 | 0,729 | 1,239 | 0,794 | 1,182 | 0,836 | 1,168 | 0,846 | 1,435 | 0,705 | 1,345 | 0,748 | 1,483 | 0,684 |
|           | Campinas      | SBKP  | 1,782 | 1     | 1,234 | 1     | 1,087 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1,086 | 1     | 1,208 | 1     |
|           | Guarulhos     | SBGR  | 1,179 | 0,866 | 1,052 | 0,954 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1,022 | 0,985 | 1,087 | 0,944 |

Podemos perceber através da tabela 3 que a eficiência aumenta quando o modelo é orientado a *output*. No GRUPO A, onze aeroportos operam eficientemente na orientação a *input*, mas, o aeroporto que mais se destaca por sua eficiência orientada a *output* é o de Manaus. Já no GRUPO B, Campinas vem em primeiro lugar no ranking de eficiência por *input*, porém, na orientação por *output* Brasília vence em média. Como dito anteriormente, esses resultados podem decorrer do fato de existir diferença nos ganhos (perdas) de escala entre as unidades.

A seguir, temos graficamente a eficiência de cada grupo e por orientação do modelo DEA-BCC.

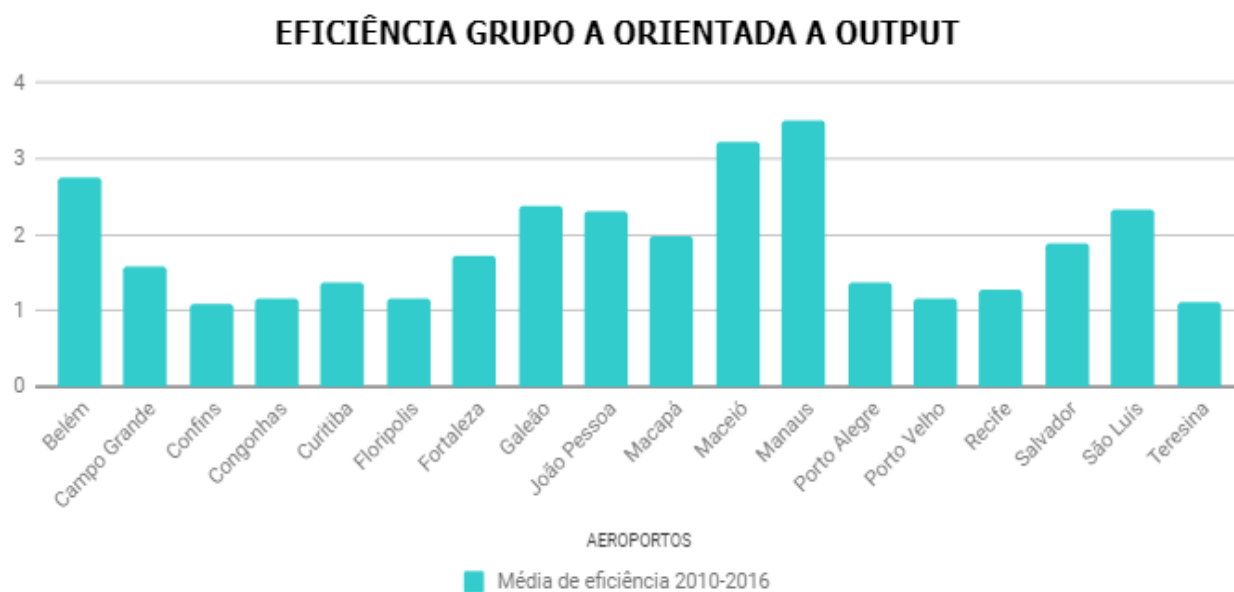
- GRUPO A: Aeroportos não concedidos em 2012

Gráfico 2 - Eficiência do GRUPO A com orientação a *input*



No gráfico 2 temos a média da eficiência com orientação a *input* dos anos de 2010 a 2016 por aeroporto. Percebemos que onze aeroportos estão operando de forma eficiente, sendo eles Campo Grande, Confins, Fortaleza, João Pessoa, Macapá, Maceió, Manaus, Porto Alegre, Porto Velho, Recife e Teresina. Apenas sete estão operando com ineficiência, sendo eles Belém, Congonhas, Florianópolis, Galeão, Salvador e São Luís. No próximo gráfico temos o GRUPO B com eficiência orientada a output.

Gráfico 3 - Eficiência GRUPO A com orientação a *output*



No gráfico 3 temos a média da eficiência com orientação a *output* dos anos de 2010 a 2016 por aeroporto. Neste cenário todos os aeroportos são eficientes, ou seja, a média da eficiência é maior que 1. Foi analisado também o crescimento dos inputs e outputs por grupo. No GRUPO A, não leiloados em 2012, não houve aumento no tamanho ou número de pistas de nenhum aeroporto, mas há destaque para o crescimento apenas nos inputs: Área TPS, Número de Posições (estacionamento) e Área do Pátio, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Crescimento dos inputs do GRUPO A.

| Aeroportos    | CRESCIMENTO DOS INPUTS DE 2010 - 2016 |                    |                  |                       |               |
|---------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------|
|               | Área do TPS                           | Número de Posições | Número de pistas | Comprimento de Pistas | Área do Pátio |
| Belém         | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Campo Grande  | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Confins       | 24,62%                                | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 69,32%        |
| Congonhas     | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Curitiba      | 59,88%                                | 38,46%             | 0,00%            | 0,00%                 | 41,63%        |
| Florianopolis | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Fortaleza     | 3,79%                                 | 15,22%             | 0,00%            | 0,00%                 | 17,42%        |
| Galeão        | 26,32%                                | 15,29%             | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| João Pessoa   | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Macapá        | 46,12%                                | 16,00%             | 0,00%            | 0,00%                 | 48,03%        |
| Maceió        | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Manaus        | 59,40%                                | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Porto Alegre  | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Porto Velho   | 28,57%                                | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Recife        | 0,00%                                 | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,48%         |
| Salvador      | 0,00%                                 | 44,90%             | 0,00%            | 0,00%                 | 9,28%         |
| São Luís      | 15,89%                                | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |
| Teresina      | 20,96%                                | 0,00%              | 0,00%            | 0,00%                 | 0,00%         |

Apenas onze aeroportos tiveram aumento nos seus inputs ao longo dos anos analisados, 2010 a 2016. Confins, Curitiba, Fortaleza, Galeão, Macapá, Manaus, Porto Velho, Recife com um pequeno crescimento na Área do Pátio, Salvador, São Luis e Teresina.

Já o crescimento dos outputs ao longo dos anos analisados será fornecido na tabela 5, onde percebemos que apenas Salvador e Manaus tiveram déficit tanto na movimentação de passageiros quanto na movimentação de cargas. Já os demais aeroportos tiveram crescimento na movimentação de passageiros, porém, uma diminuição na movimentação de cargas, com exceção apenas para os aeroportos de Confins, Congonhas, João Pessoa e Recife, que obtiveram crescimento positivo nos dois outputs.

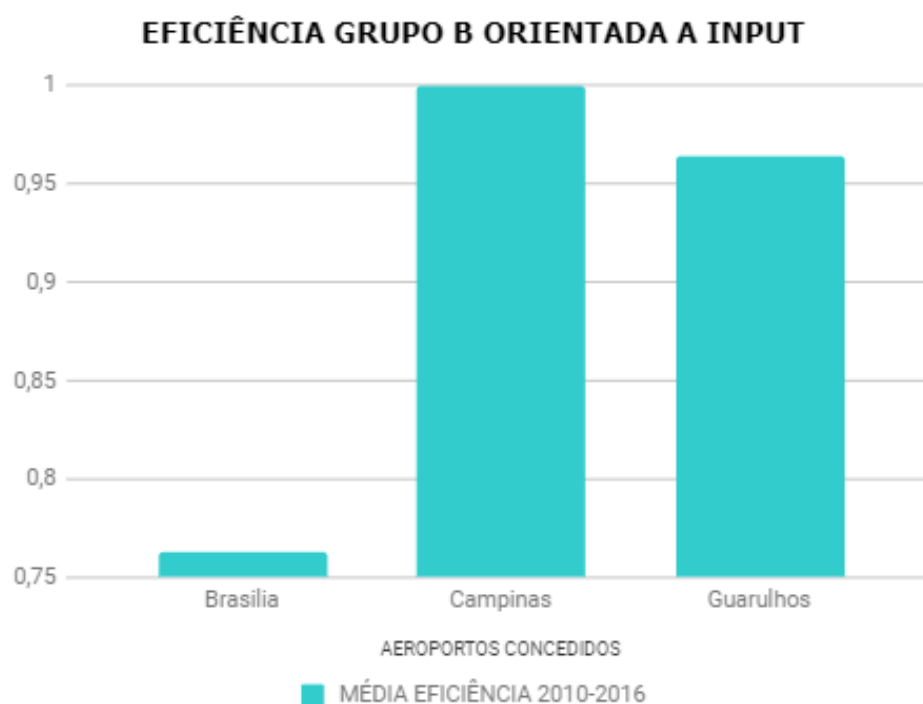
Tabela 5 - Crescimento dos outputs do GRUPO A

| Aerportos     | CRESCIMENTO DOS OUTPUT DE 2010-2016 |                       |
|---------------|-------------------------------------|-----------------------|
|               | Movimentação de Passageiros         | Movimentação de Carga |
| Belém         | 20,92%                              | -24,80%               |
| Campo Grande  | 9,08%                               | -35,26%               |
| Confins       | 30,38%                              | 8,82%                 |
| Congonhas     | 32,35%                              | 4,58%                 |
| Curitiba      | 7,41%                               | -26,52%               |
| Florianópolis | 33,53%                              | -5,92%                |
| Fortaleza     | 12,85%                              | -27,08%               |
| Galeão        | 30,81%                              | -0,75%                |
| João Pessoa   | 55,29%                              | 38,08%                |
| Macapá        | 7,13%                               | -7,12%                |
| Maceió        | 42,25%                              | -24,17%               |
| Manaus        | -4,23%                              | -33,97%               |
| Porto Alegre  | 15,79%                              | -1,22%                |
| Porto Velho   | 15,51%                              | -11,11%               |
| Recife        | 16,68%                              | 1,66%                 |
| Salvador      | -5,53%                              | -32,30%               |
| São Luís      | 16,21%                              | -38,05%               |
| Teresina      | 37,22%                              | -9,52%                |

A seguir, iremos explicar todas as estatísticas e resultados encontrados com a eficiência do grupo B, os aeroportos de Brasília, Campinas e Guarulhos.

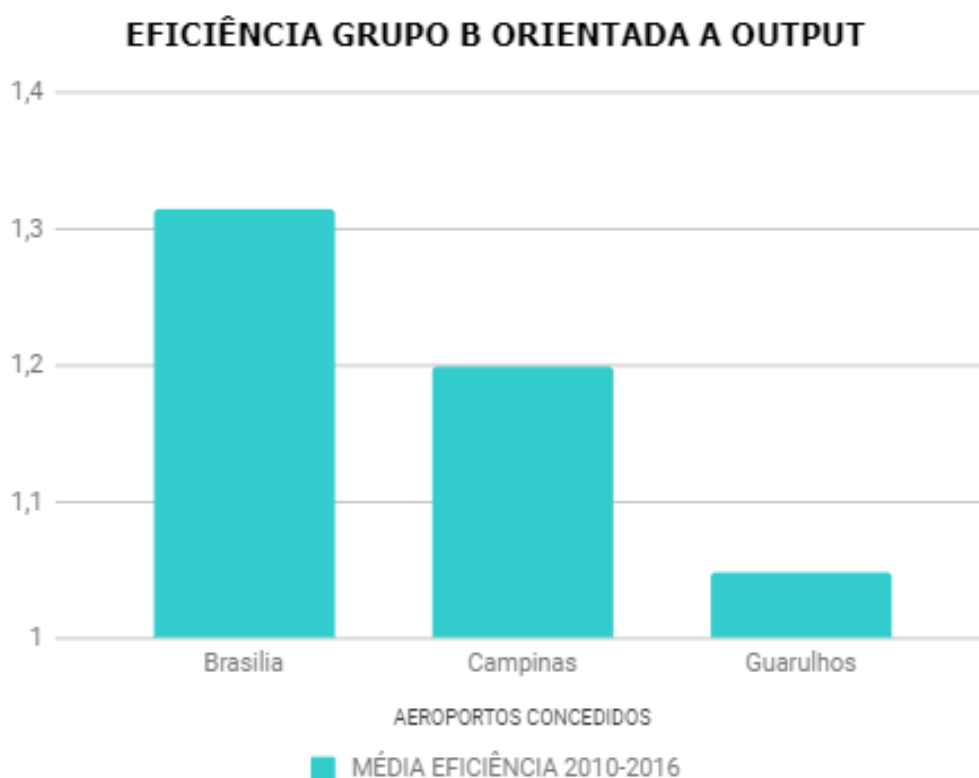
- GRUPO B: Aeroportos concedidos em 2012

Gráfico 4 - Eficiência do GRUPO B com orientação a *input*



No gráfico 4 temos Campinas como o único aeroporto operando com eficiência orientada a *input*, Guarulhos vem em segundo lugar na média de eficiência e Brasília em último. Porém, quando a orientação é por *output*, todos os três aeroportos da amostra são eficientes, contudo, Brasília possui uma maior média de eficiência, conforme o gráfico 5.

Gráfico 5 - Eficiência do GRUPO B com orientação a *output*.



Ao analisarmos todos os inputs deste grupo, nota-se o crescimento na Área TPS, no Número de posições e na Área do Pátio de todos os aeroportos da amostra, porém, Número de pistas e comprimento das pistas permaneceram constantes, conforme se evidenciou na tabela 6. Brasília obteve um maior crescimento na Área do Pátio em porcentagem se comparado ao crescimento dos demais aeroportos da amostra. Já Campinas merece destaque para seu elevado crescimento na Área dos passageiros, enquanto Guarulhos obteve maior aumento no Número de pistas, percentualmente falando.

Tabela 6 - Crescimento dos inputs do GRUPO B

| Aeroportos | CRESCIMENTO DOS INPUTS DE 2010 - 2016 |                    |                  |                       |               |
|------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------|
|            | Área do TPS                           | Número de Posições | Número de pistas | Comprimento de Pistas | Área do Pátio |
| Brasília   | 45,19%                                | 31,82%             | 0,00%            | 0,00%                 | 67,00%        |
| Campinas   | 84,94%                                | 48,61%             | 0,00%            | 0,00%                 | 57,14%        |
| Guarulhos  | 53,32%                                | 48,78%             | 0,00%            | 0,00%                 | 44,95%        |

Os outputs deste grupo também sofreram alterações ao longo dos anos. A movimentação de passageiros cresceu substancialmente, principalmente no aeroporto de Campinas, com 79,84% de aumento. Já na movimentação de carga não podemos afirmar o mesmo. O único aeroporto que obteve crescimento neste output foi o de Guarulhos, com

12,19%. Porém, Brasília e Campinas obtiveram uma diminuição de 17,39% e 16,51%, respectivamente, na movimentação de carga, conforme tabela 7.

Tabela 7 - Crescimento dos outputs do GRUPO B

| Aerportos | CRESCIMENTO DOS OUTPUT DE 2010-2016 |                       |
|-----------|-------------------------------------|-----------------------|
|           | Movimentação de Passageiros         | Movimentação de Carga |
| Brasilia  | 21,01%                              | -17,39%               |
| Campinas  | 79,84%                              | -16,51%               |
| Guarulhos | 35,29%                              | 12,19%                |

Após calcularmos a eficiência de cada aeroporto, encontramos a média anual do GRUPO A e do GRUPO B. No gráfico 6 está a comparação das médias encontradas com orientação a *input*. E no gráfico 7 a exposição da comparação das médias com orientação a *output*.

Gráfico 6 - Média de eficiência orientada a *input*

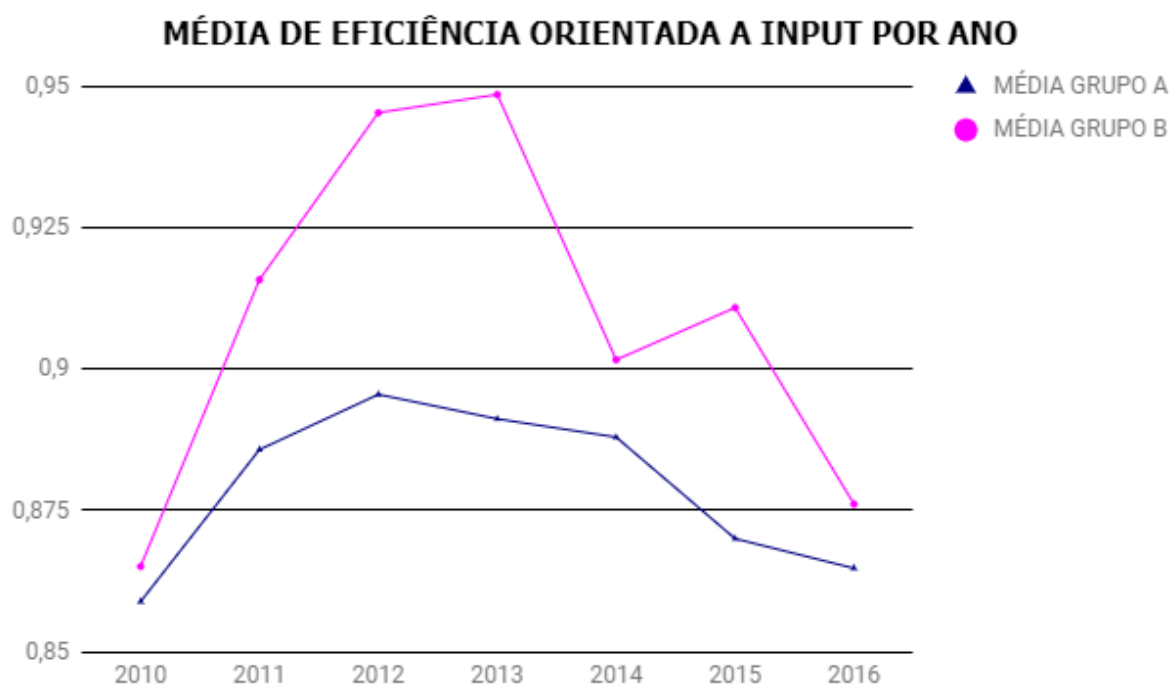
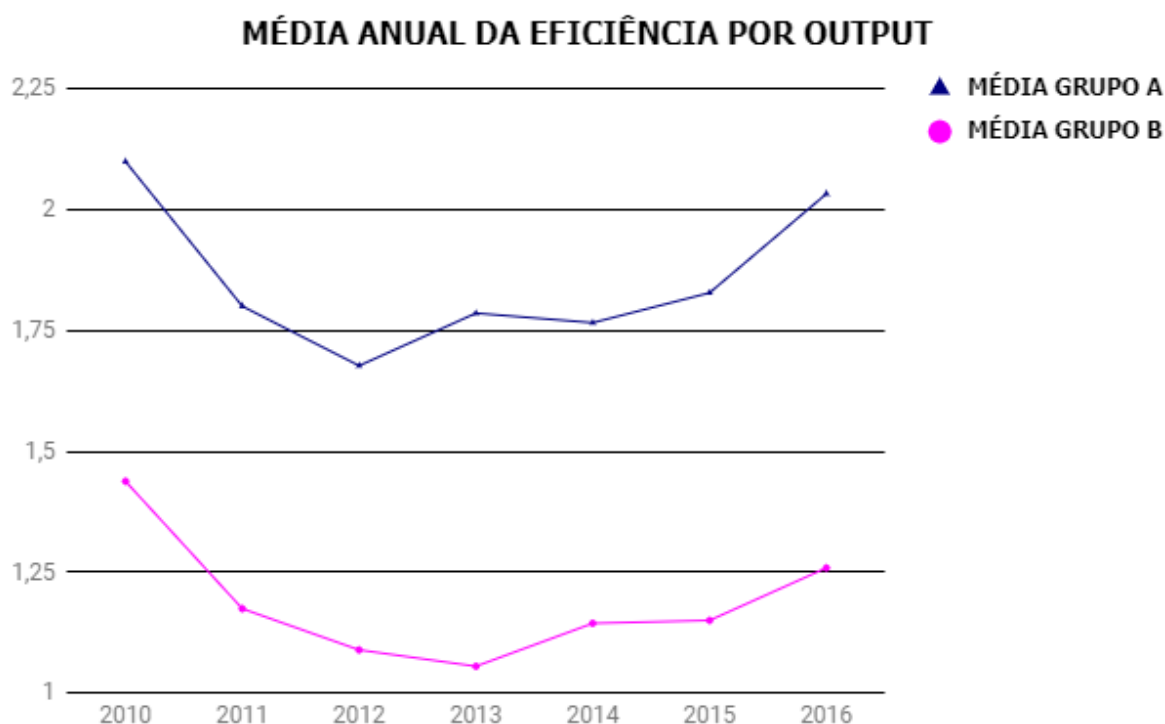


Gráfico 7 - Média de eficiência orientada a *output*.





Percebemos com os dois últimos gráficos que a orientação do modelo é extremamente importante para os resultados. Enquanto a orientação for por input, o grupo dos aeroportos concedidos terá destaque em sua eficiência. Porém, quando a orientação for por output, maximização dos produtos, o grupo dos não leiloados se mantém acima do esperado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscou-se avaliar o nível de eficiência técnica dos aeroportos concedidos em 2012 e averiguar se a privatização melhora sua eficiência.

Conforme estruturado na seção anterior e com todos os resultados apresentados, não podemos afirmar que as concessões elevaram a eficiência dos aeroportos leiloados.

Assim como a iniciativa privada aumentou o investimento nos aeroportos concedidos, a Infraero também o fez. Como foram expostos, os outputs e inputs dos aeroportos não leiloados cresceram consideravelmente nos últimos anos, o que explica o crescimento na eficiência técnica.

Vale ressaltar que os aeroportos de Galeão-RJ e Confins foram leiloados em 2013, recebendo também da iniciativa privada investimentos a partir do ano de 2014, o que pode ter interferido indiretamente na nossa análise do ganho de eficiência após a concessão, já que esses aeroportos faziam parte do grupo de não leiloados em 2012.

Nosso trabalho não foi conclusivo quanto à eficiência dos aeroportos concedidos devido à dificuldade encontrada para fazer o levantamento de dados. Contudo, este trabalho é um diferencial para a literatura da área, dado seu rico referencial teórico.

Para trabalhos futuros, aconselhamos usar variáveis diferentes para medir a eficiência técnica ou outros métodos não paramétricos, visando dar maior robustez aos resultados encontrados.

## REFERÊNCIAS

BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BELLONI, José Ângelo et al. Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras. 2000.

CAMACHO, Eduardo Gomes et al. Privatização de aeroportos no Brasil: estudo de caso sobre a Infraero. 2002.

CASTRO, Emiliany Leão; FALCÃO, Viviane Adriano; CAMIOTO, Flávia de Castro. Eficiência Operacional dos principais aeroportos entre 2010 e 2016 utilizando Análise Envolvória de Dados. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. 2017.

CASADO, Frank Leonardo. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. *Revista Sociais e Humanas*, v. 20, n. 1, p. 59-71, 2007.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COLL, Vicente; BLASCO, Olga Ma. Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envoltorio de datos. Juan Carlos Martínez Coll, 2000.

COOPER, W.W.; LI, S.; SEIFORD, L.M.; TONE, K.; THRALL, R.M.; ZHU, J. Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. *Journal of Productivity Analysis* 15, 217-246, 2001.

DE ALMEIDA, Mariana Rodrigues; MARIANO, Enzo Barberio; REBELATTO, DA do N. Análise de eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros. *Revista Produção Online*, edição especial, 2007.

DE ALMEIDA, Mariana Rodrigues; MARIANO, Enzo Barberio; REBELATTO, Dayse A. do Nascimento. Análise por envoltória de Dados - Evolução e possibilidades de aplicação. SIMPOI 2006.

DE MELLO, JCCB Soares; GOMES, Eliane Gonçalves. Eficiências aeroportuárias: uma abordagem comparativa com análise de envoltória de dados. Revista de Economia e Administração, v. 3, n. 1, 2004.

DE RESENDE, Caio Cordeiro. Avaliando o impacto da política de privatização de aeroportos brasileira: uma abordagem por controle sintético. 2017.

DONAHUE, John D. Privatização: fins públicos, meios privados. Tradução José Carlos Teixeira Rocha. São Paulo: ed. Jorge Zahar, 1992. Título original: The Privatization Decision (public ends, private means).

EVINA, Renaud Bruno Etoua. Teoria dos Contratos Incompletos e parcerias público-privadas: uma aplicação para concessões aeroportuárias no Brasil. 2017.

MERKERT, Rico et al. A review of different benchmarking methods in the context of regional airports. Transport Reviews, v. 32, n. 3, p. 379-395, 2012.

MEYER, Bruno Lázaro. Concessões dos aeroportos brasileiros: desafios e implicações. 2011.

NIEDERAUER, Carlos Alberto Pittaluga et al. Avaliação dos bolsistas de produtividade em pesquisa da engenharia de produção utilizando Data Envelopment Analysis. 1998.

PALHARES, Guilherme Lohmann; SANTO JR, RA Espírito. O turismo e o transporte aéreo como multiplicadores socioeconômicos. Anais do XV ANPET, p. 225-232, 2001.

PÉRICO, Ana Elisa; SANTANA, Naja Brandão; CAPELATO, Érika. Eficiência financeira dos aeroportos brasileiros: uma análise envoltória de dados. Revista GEPROS, v. 10, n. 3, p. 83, 2015.

PRIRIE, Madsen. Desenvolvimento com Ajuda: Responsabilidades Públicas e Privadas na Privatização. In: HANKE, Steve H. Privatizar para crescer. São Paulo: Nórdica, 1988:190-198

RIBEIRO, Gerson da Silva, Gastos públicos em educação: uma análise da eficiência técnica dos estados brasileiros e seu impacto sobre a desigualdade de renda. 2017.

RODRIGUES, Antonio Carlos; DE CASTRO, Mariana Ribeiro. Eficiência operacional dos aeroportos brasileiros. Simpoi 15 anos. 2012.

ROLIM, Paula SW; BETTINI, Humberto FAJ; OLIVEIRA, Alessandro VM. Estimating the impact of airport privatization on airline demand: A regression-based event study. *Journal of Air Transport Management*, v. 54, p. 31-41, 2016.

SENRA, Luis Felipe Aragão de Castro et al. Estudo sobre métodos de seleção de variáveis em DEA. *Pesquisa Operacional*, v. 27, n. 2, p. 191-207, 2007.

SOUZA, Paulo Cesar Tavares; WILHELM, Volmir Eugênio. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. *TUIUTI: Ciência e Cultura*, n. 42, 2009.

SOUZA, Paulo Cesar de; SCATENA, João Henrique G.; KEHRIG, Ruth Terezinha. Aplicação da Análise Envoltória de Dados para avaliar a eficiência de hospitais do SUS em Mato Grosso. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, v. 26, p. 289-308, 2016.

VARIAN, Hal R. *Microeconomia-princípios básicos*. Elsevier Brasil, 2006.