

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS AEROPORTOS
BRASILEIROS CONCEDIDOS PARA A INICIATIVA
PRIVADA**

LEONARDO DE SALLES MOREIRA BORGES

ORIENTADORA: FABIANA SERRA DE ARRUDA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM TRANSPORTES

BRASÍLIA, DF: MAIO / 2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS AEROPORTOS
BRASILEIROS CONCEDIDOS PARA A INICIATIVA
PRIVADA**

LEONARDO DE SALLES MOREIRA BORGES

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

**FABIANA SERRA DE ARRUDA, DOUTORA (Universidade de Brasília)
(ORIENTADORA)**

**JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, DOUTOR (Universidade de Brasília)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**PHILIPPE BARBOSA SILVA, DOUTOR (Instituto Federal Goiano)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 10 de MAIO de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

BORGES, LEONARDO DE SALLES MOREIRA

Análise da eficiência técnica dos aeroportos brasileiros concedidos para a iniciativa privada [Distrito Federal] 2021.

v, 61 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2021)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. Aeroportos | 2. Concessão |
| 3. Eficiência | 4. DEA |
| I. ENC/FT/UnB | |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORGES, L. S. M. (2021). Análise da eficiência técnica dos aeroportos brasileiros concedidos para a iniciativa privada. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 61 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Leonardo de Salles Moreira Borges

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Análise da eficiência técnica dos aeroportos brasileiros concedidos para a iniciativa privada

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Leonardo de Salles Moreira Borges

SMPW Quadra 15 Conjunto 03 Lote 02 Casa D

71741503 - Brasília/DF - Brasil

RESUMO

A privatização dos aeroportos brasileiros, seguindo uma tendência mundial, começou por meio de concessões, a partir de 2011, visando a melhoria da infraestrutura aeroportuária e o crescimento do setor. Este processo de privatização de aeroportos tem como um dos seus principais objetivos a melhoria da eficiência como forma de alcançar melhores resultados, entretanto não há um consenso na literatura de que tais privatizações geram esse ganho de eficiência. Desta maneira, este estudo visa analisar os impactos das concessões dos aeroportos brasileiros em suas eficiências técnicas, avaliando a variação dessas entre aeroportos concedidos e não concedidos, para o ano de 2019. Para a obtenção das eficiências técnicas de cada aeroporto foi utilizada a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA), fazendo uso do VRS como modelo de definição da fronteira. Os resultados obtidos indicam que o aumento de eficiência, no âmbito operacional, almejado com a concessão dos aeroportos não ocorreu no Brasil até o ano de 2019. Tal resultado demonstra que podem haver aspectos das concessões de aeroportos brasileiros que precisam ser revistos ou ajustados de forma a se obter maior eficiência operacional no transporte aéreo.

Palavras-Chave: Aeroportos; Concessão; Eficiência; DEA.

ABSTRACT

The privatization of brazilian airports, following a global trend, began with concessions, since 2011, aiming to improve airport infrastructure and grow the sector. One of the main objectives of this airport privatization process is an efficiency improvement as a way to achieve better results, even though there is not a consensus in the academic community that those privatizations cause an efficiency improvement. Thereby, this study aims to analyze the impacts of brazilian airports concessions on its technical efficiency, evaluating its variation between the conceded and non conceded airports, in 2019. In order to obtain the technical efficiency of each airport, the Data Envelopment Analysis (DEA) was used, along with the VRS frontier definition model. The obtained results indicate that the efficiency growth, in the operational scope, aimed by the airports concessions did not occur in Brazil at least until 2019. This result demonstrates that there may be aspects of brazilian airports concessions that need to be revised or adjusted in order to reach a better operational efficiency in the air transport.

Key Words: Airports; Concession; Efficiency; DEA.

SUMÁRIO

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 | OBJETIVO..... | 2 |
| 1.1.1 | OBJETIVO GERAL..... | 2 |
| 1.1.2 | OBJETIVO ESPECÍFICO..... | 3 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA..... | 3 |
| 1.3 | ESTRUTURA DO PROJETO FINAL..... | 5 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1 | PROCESSO DE PRIVATIZAÇÃO..... | 6 |
| 2.1.1 | O CENÁRIO INTERNACIONAL DA PRIVATIZAÇÃO DE AEROPORTOS..... | 6 |
| 2.1.2 | PRIVATIZAÇÃO DOS AEROPORTOS BRASILEIROS..... | 8 |
| 2.1.2.1 | 1ª RODADA..... | 9 |
| 2.1.2.2 | 2ª RODADA..... | 9 |
| 2.1.2.3 | 3ª RODADA..... | 10 |
| 2.1.2.4 | 4ª RODADA..... | 11 |
| 2.1.2.5 | 5ª RODADA..... | 11 |
| 2.2 | ANÁLISE DE EFICIÊNCIA..... | 12 |
| 2.2.1 | CONCEITUAÇÃO DE EFICIÊNCIA E DE PRODUTIVIDADE..... | 12 |
| 2.2.2 | DEA..... | 14 |
| 2.2.2.1 | ORIENTAÇÃO DO DEA..... | 15 |
| 2.2.2.2 | MODELOS PARA DETERMINAÇÃO DA FRONTEIRA..... | 16 |
| 2.2.3 | EFICIÊNCIA AEROPORTUÁRIA..... | 18 |
| 2.2.4 | TÓPICOS CONCLUSIVOS..... | 22 |
| 3 | APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DO MÉTODO..... | 25 |
| 3.1 | SELEÇÃO DAS DMUS..... | 26 |
| 3.2 | SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS..... | 28 |
| 3.2.1 | COLETA DE DADOS E PRÉ-SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS..... | 28 |
| 3.2.2 | CORRELAÇÕES E SELEÇÃO FINAL DAS VARIÁVEIS..... | 29 |
| 3.3 | DEFINIÇÃO DA TÉCNICA UTILIZADA..... | 33 |
| 3.4 | APLICAÇÃO DA TÉCNICA E DISCUSSÕES..... | 34 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 39 |
| 4.1 | CONCLUSÕES GERAIS..... | 39 |
| 4.2 | LIMITAÇÕES DO TRABALHO..... | 40 |
| 4.3 | RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS..... | 41 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 43 |
| | APÊNDICE A1 - DADOS COLETADOS DAS VARIÁVEIS PRÉ-SELECIONADAS..... | 48 |
| | APÊNDICE A2 – TESTES DA EFICIÊNCIA TÉCNICA COM A RETIRADA DE VARIÁVEIS ... | 54 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 3.1 Aeroportos selecionados conforme seus critérios de seleção..... | 27 |
| Tabela 3.2 Variáveis pré-selecionadas | 29 |
| Tabela 3.3 Coeficientes de correlação entre as variáveis pré-selecionadas – Parte 1..... | 32 |
| Tabela 3.4 Coeficientes de correlação entre as variáveis pré-selecionadas – Parte 2..... | 32 |
| Tabela 3.5 Coeficientes de correlação entre as variáveis selecionadas..... | 33 |
| Tabela 3.6 Resultados das eficiências técnicas obtidas para aeroporto | 35 |
| Tabela 3.7 Média das eficiências técnicas obtidas por rodada de concessões | 37 |
| Tabela 3.8 Média das eficiências técnicas obtidas com agrupamento de rodadas | 37 |
| Tabela A1.1 Dados Coletados 1 | 48 |
| Tabela A1.2 Dados Coletados 2 | 49 |
| Tabela A1.3 Dados Coletados 3 | 50 |
| Tabela A1.4 Dados Coletados 4 | 51 |
| Tabela A1.5 Dados Coletados 5 | 52 |
| Tabela A1.6 Dados Coletados 6..... | 53 |
| Tabela A2.1 Resultados das eficiências técnicas dos testes realizados..... | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 Fluxograma dos capítulos da estrutura do trabalho | 5 |
| Figura 2.1 Orientações aos <i>inputs</i> e aos <i>outputs</i> | 16 |
| Figura 2.2 Representação das fronteiras dos principais modelos do DEA | 17 |
| Figura 2.3 Representação da decomposição gráfica das ineficiências..... | 18 |
| Figura 3.1 Fluxograma das etapas da execução e conclusão do método | 26 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 2.1 Resumo das variáveis e conclusões encontradas na literatura. | 24 |
| Quadro 2.2 Resumo dos modelos e orientações do DEA encontrados na literatura..... | 25 |

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o transporte aéreo ganhou importância tanto pelo transporte em si, de pessoas e mercadorias, quanto pelo papel essencial no desenvolvimento social e econômico na região e no país em que ele se insere (TOLEDO, 2019). Sendo assim, ele é um importante elemento na infraestrutura de transporte de qualquer país, uma vez que ele permite a integração entre regiões distantes e possibilita relações entre consumidores e fornecedores, nacionais e internacionais, de produtos com alto valor agregado ou de alta obsolescência (PACAGNELLA JUNIOR *et al.*, 2020).

Em 2019, de acordo com os últimos dados levantados, o transporte aéreo era responsável por aproximadamente 35% de todo valor dos produtos de exportação e importação, mundialmente, além de transportar 4,5 bilhões de passageiros anualmente e de sustentar 87,7 milhões de empregos, em 2018, direta e indiretamente. (ATAG, 2020).

O transporte aéreo também é um setor com grande taxa de crescimento, sendo que, no Brasil, mesmo com anos de pouco crescimento econômico, houve um aumento, entre 2010 e 2019, de 40% dos passageiros pagos e 14% da carga paga e correios transportados (ANAC, 2019). Esse crescimento gera a necessidade do aumento e melhoria das infraestruturas aeroportuárias do Brasil, de forma a atender de forma adequada a demanda. De acordo com Toledo (2019), os aeroportos nacionais já se encontram saturados desde de 2009, com 13 dos 20 principais aeroportos do país tendo problemas principalmente nos terminais de passageiros e no pátio de aeronaves.

A fim de atender essa demanda de infraestrutura, buscar o crescimento do setor aéreo e motivado pela realização da Copa do Mundo de futebol masculino e dos Jogos Olímpicos de 2016 e, reconhecendo seu baixo poder de execução e restrições fiscais, o Governo Federal viu na concessão dos aeroportos brasileiros a melhor solução (PEREIRA, 2019).

Assim, o Brasil segue uma tendência de privatização de aeroportos que vem ocorrendo em vários países do mundo (PARK *et al.*, 2011; XU *et al.*, 2019; OLARIAGA e MORENO, 2019; ABLANEDO-ROSAS e GEMOETS, 2010), tendo achado o modelo de concessão como o que mais se adequa ao seu caso. De acordo com Chen *et al.* (2017) em uma concessão, o governo vende o direito de operação de um aeroporto por meio de uma concessão, por um período de tempo pré-determinado, que usualmente é de 20 a 30 anos, para empresa ou consórcio de gestão aeroportuária.

Essa tendência de privatização mundial é acompanhada, de acordo com Augustyniak (2009), pelo fato de aeroportos não serem mais apenas fornecedores de infraestrutura de transporte, mas serem espaços de orientação cada vez mais comercial e empreendimentos potencialmente geradores de grande lucro. Ainda segundo o autor, muitos economistas afirmam que a privatização de aeroportos fornece um melhor conjunto de incentivos para uma eficiência a longo prazo, buscando, entre outros benefícios, a melhora na competitividade e na eficiência operacional, uma vez que gestores de companhias privados buscam sempre a melhor forma de utilizar os seus recursos para gerar lucro, diminuindo custos e aumentando as receitas.

Essa eficiência que é buscada pelo processo de privatização pode ser definida como a capacidade de um sistema de fazer uso dos recursos que estão à disposição da melhor forma possível, aproveitando as condições ambientais ao máximo para que se consiga, em alguma dimensão, o desempenho ótimo (MARIANO, 2008).

Ainda segundo o autor, a eficiência que se origina de sistemas que produzem um conjunto de saídas (*outputs*) a partir de um conjunto de entradas (*inputs*) trata-se da denominada eficiência produtiva. Esta eficiência é dividida ainda em eficiência produtiva técnica e de escala, sendo que a primeira permite uma comparação adequada entre unidades de diferentes tamanhos e se relaciona com fatores técnicos e de engenharia.

Assim, a gestão privada de aeroportos tem sido recomendada e vista como um mecanismo de melhoria da eficiência destes importantes componentes da cadeia de produção do transporte aéreo, principalmente desde 1980 (FERNANDES e PACHECO, 2018). Entretanto, Fernandes e Pacheco (2018) afirmam também que não existe um consenso sobre que estrutura de gestão seria a melhor opção para os aeroportos de um país. Desta forma, esta pesquisa busca analisar os impactos das concessões promovidas no sistema aeroportuário brasileiro em sua eficiência.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar as eficiências técnicas dos aeroportos brasileiros concedidos para iniciativa privada.

1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo específico deste trabalho é comparar a eficiência técnica dos aeroportos concedidos com os não concedidos.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Toledo (2019), o estudo da eficiência de aeroportos é relevante, uma vez que uma alta eficiência implica em menores desperdícios e maiores retornos e, para aeroportos, isso envolve uma potencialização da gestão interna, aumento de competitividade e melhor aproveitamento dos investimentos em infraestrutura.

Além disso, um dos principais motivos pelo qual governos vêm privatizando os seus ativos é a crescente visão de que as empresas privadas seriam mais eficientes (ABBOTT, 2015). No caso brasileiro, o mesmo ocorre, tendo seus aeroportos concedidos visando, também, o aumento da eficiência (SILVA *et al.*, 2019).

De acordo com esses autores, isso levanta a questão se a escolha pela concessão realmente teve como resultado a melhoria da eficiência se comparado com os aeroportos não concedidos. Isto é, tendo em vista que aeroportos são privatizados com esse objetivo, é essencial que seja feita a avaliação de se isso de fato ocorre.

Essa necessidade é ainda amplificada pelo fato de que, no Brasil, o transporte aéreo é um componente estratégico de muita importância para o desenvolvimento do país, por possuir uma grande área e longas distâncias entre as cidades do país (FERNANDES e PACHECO, 2018).

Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), as concessões de aeroportos do Brasil estão sendo realizadas de forma gradual, em fases chamadas de rodadas, sendo que em cada rodada são leiloados para concessão um ou mais aeroportos, ou até mesmo um bloco de aeroportos, para consórcios privados. Esse processo teve início em 2011 com a concessão do Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante e, nas rodadas seguintes, foram concedidos alguns dos principais aeroportos brasileiros, como os de Guarulhos, Brasília e Rio de Janeiro (Galeão).

Ademais, os aeroportos concedidos até quinta rodada, de acordo com a ANAC, representam mais de 65% dos embarques e desembarques de passageiros pagos e mais de 80% dos envios e recebimentos de carga paga e correio em 2019, de forma que a maior parte do

mercado aéreo brasileiro se encontra, atualmente, gerenciado pela iniciativa privada. Até o presente momento já foram concedidos 22 aeroportos no Brasil, divididos em 5 rodadas e, ainda segundo a ANAC, a sexta rodada já está sendo elaborada para a concessão de outros 22 aeroportos.

Essa avaliação de desempenho também é relevante para os órgãos reguladores, governamentais, das concessões, que tem como principais objetivos monitorar e incentivar que as operações sejam eficientes, o que para aeroportos é especialmente relevante, já que estes tendem a ser monopólios naturais (PEREIRA, 2019).

Além disso, de acordo com Pacagnella Junior *et al.* (2020), apesar da análise de eficiência de aeroportos ser muito discutida na literatura, são escassos os estudos que fazem essa análise de forma comparativa entre aeroportos privatizados e de gestão pública, o que também é válido para o caso brasileiro. Esses autores ainda afirmam que, analisando a literatura científica sobre o tema, não é encontrado um consenso sobre como a forma de gestão ou propriedade, pública ou privada, influencia na performance de aeroportos, de forma que isso continua sendo uma lacuna a ser preenchida.

O mesmo é mencionado por vários outros autores, como Abbott (2015), que constata que os resultados da eficiência relativa comparativa entre aeroportos privatizados e aeroportos de gestão pública são mistos, e como Fragoudaki e Giokas (2020), que listaram vários artigos relacionados com eficiência aeroportuária, sendo que os que comparavam a propriedade privada com a pública apresentaram resultados variados.

Ainda, essa avaliação de eficiência, pode possibilitar que sejam identificadas ineficiências para que sejam corrigidas e gerar essa visão comparativa de performances para que se encontre *benchmarks*, com o objetivo de melhorar a infraestrutura disponível e a qualidade dos serviços prestados, além de expandir a oferta do transporte aéreo (TOLEDO, 2019).

Com relação à análise da subdivisão técnica da eficiência, a autora ainda destaca que ela se isola da eficiência de escala, de forma que se possa comparar adequadamente unidades de diferentes escalas. Mariano (2008) ressalta que podem ser atribuídos à eficiência técnica fatores técnicos e de engenharia e (Barros, 2008) assume atribuir essa eficiência a proficiência gerencial, elementos que devem ser objetos de uma análise devido a mudança gestão.

Desta forma, este trabalho se justifica por verificar se um dos principais objetivos de se privatizar um aeroporto, o ganho de eficiência, realmente ocorre, avaliando se as concessões

geraram esses resultados no Brasil, em que o sistema aeroportuário é de grande importância. Além disso, não existe um consenso sobre esse assunto, sendo uma área a se buscar respostas. Assim, este trabalho pode servir como parâmetro para a avaliação das concessões e para a melhoria desse sistema no Brasil.

1.3 ESTRUTURA DO PROJETO FINAL

Esta monografia se estrutura a partir da Introdução, que inclui os Objetivos e a Justificativa, seguida pelo Referencial Teórico, no qual se versa sobre todo o processo de privatização, no âmbito internacional e nacional, ressaltando os detalhes das rodadas das concessões de aeroportos brasileiros, e sobre a Análise de Eficiência, conceituando a eficiência e a produtividade, apresentando e descrevendo a técnica do DEA e realizando-se uma revisão da literatura sobre eficiência aeroportuária.

Então, no terceiro capítulo, o método é apresentado, detalhado e aplicado, iniciando-se com a seleção das DMUs, seguido pela seleção das variáveis, e, posteriormente, a definição da técnica utilizada para que, por fim, ela seja aplicada e seja feita a análise das eficiências obtidas. No capítulo 4 são apresentadas as conclusões gerais do trabalho, bem como suas limitações e recomendações para pesquisas futuras. Por fim, são expostos as referências bibliográficas e os apêndices. A figura 1.1 apresenta, de forma resumida, os capítulos que compõem a estrutura deste trabalho.



Figura 1.1 Fluxograma dos capítulos da estrutura do trabalho
Fonte: Autoria própria

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSO DE PRIVATIZAÇÃO

2.1.1 O CENÁRIO INTERNACIONAL DA PRIVATIZAÇÃO DE AEROPORTOS

Primeiramente é importante conhecer o conceito de privatização, que, de acordo com Bendick (1989), pode ser considerado como a troca para mãos não governamentais todos ou alguns papéis na produção de bens ou serviços que já foram ou podem ser produzidos publicamente, ou, ainda, como quando setores do governo transferem parte ou toda responsabilidade de serviços públicos para o setor privado.

As privatizações modernas tiveram início na Alemanha na década de 1960 e ganharam mais destaque no Reino Unido no começo da década de 1980, entretanto, elas só se tornaram uma tendência global em meados dessa mesma década, principalmente no setor de telecomunicações e eletricidade (MEGGISON, 2000).

Ainda segundo esse autor, os governos passaram a buscar a privatização com os objetivos de aumentar a eficiência, introduzir competição, gerar a exposição às regras de mercado, incentivar investimentos estrangeiros e gerar receitas para o governo. Já de acordo com Pacheco *et al.* (2006), o motivo para se privatizar é, geralmente, a percepção de ineficiências na forma em que o governo gerencia a instituição a ser privatizada e da perda de fundos de investimentos que poderiam ser melhor utilizados.

Com relação aos aeroportos, historicamente eles sempre foram pertencentes e operados pelo governo, o que começou a mudar também na década de 1980 no Reino Unido, contando com a venda de sete dos seus principais aeroportos em 1987, incluindo três na região de Londres, para uma única firma, a *British Airports Authority* (BAA), que era 100% privada. A partir desse momento a privatização aeroportuária começou a se tornar uma tendência em todo o mundo, apesar de algumas exceções, como os Estados Unidos (OUM *et al.*, 2006).

Especificamente para aeroportos, Augustyniak (2009) lista os principais motivos pelo qual busca-se a privatização, citando como objetivos a melhora de competição e eficiência operacional, a introdução de uma gestão com foco comercial e com experiência em *marketing*, focando nos consumidores e com melhores decisões de investimento, a mudança do governo de operador para regulador, a abertura para o capital privado e, por fim, a diminuição do investimento público no setor.

Tendo em vista esses objetivos, vários países têm privatizado os seus aeroportos (PARK *et al.*, 2011; XU *et al.*, 2019; OLARIAGA e MORENO, 2019; ABLANEDO-ROSAS e GEMOETS, 2010), o que pode ser feito de diversas formas. De acordo com Carney e Mew (2003), a privatização de aeroportos pode ser dividida em cinco categorias, sendo elas:

a) Flutuação de ações: O governo cede parcialmente ou totalmente a sua participação na propriedade do aeroporto, transferindo o risco econômico e o controle efetivo para novos acionistas. É o que foi feito no Reino Unido em 1987, com o governo cedendo 100% de sua participação (CHEN *et al.*, 2017).

b) Venda do ativo (aeroporto): O aeroporto inteiro ou partes deste são vendidas para um investidor estratégico, geralmente por um concurso público entre empresas ou consórcios. Além do valor da venda, o governo pode levar em conta a capacidade de gestão, tecnologia e financeira do investidor (Augustyniak, 2009)

c) Concessão: Uma empresa ou consórcio de gestão aeroportuária compra uma concessão para operar o aeroporto privatizado por um determinado período de tempo, que geralmente está entre 20 e 30 anos (CHEN *et al.*, 2017). Esse é o caso dos aeroportos privatizados no Brasil¹.

d) Privatização de projeto financiado: O investidor geralmente constrói ou desenvolve e, em seguida, opera um certo setor específico do aeroporto, como um terminal, por um certo período de tempo. Pelo fato de o investidor ter que arcar com custos de construção, o pagamento inicial para o governo usualmente não é muito elevado. (Augustyniak, 2009)

e) Contrato de administração: O aeroporto segue em posse do governo, porém a empresa contratada é responsável pela operação diária dele, em geral por um período de 5 a 10 anos (CHEN *et al.*, 2017).

Assim, um país que deseja privatizar seus aeroportos busca a alternativa que melhor se aplica a sua situação e seus objetivos. Na América do Sul, uma escolha comum foi a da concessão, adotada por países como a Colômbia (OLARIAGA e AMAYA, 2020), a Argentina (GILL, 1998), o Peru (AGUIRRE *et al.*, 2019) e o Brasil (FERNANDES e PACHECO, 2018).

Um dos temas relevantes para a privatização aeroportuária é a competição entre os aeroportos, uma vez que aeroportos sempre foram considerados monopólios naturais

¹ O Aeroporto de São Gonçalo do Amarante pode ser considerado como uma privatização de projeto financiado, uma vez que o contrato de concessão incluía a construção e, sem seguida, a operação dele por tempo determinado. Entretanto, a nomenclatura adotada para o processo de privatização deste aeroporto é a de concessão.

(COPENHAGEN ECONOMICS, 2012) e, como já citado, um dos principais objetivos dessa privatização é gerar uma maior competitividade no ramo. Tendo isso em vista, Neto *et al.* (2016) analisam casos de países que serviram de exemplo para a elaboração do programa de privatização brasileiro, a Austrália, o México e o Reino Unido, mostrando a importância de se incitar essa competição.

Segundo os autores, a Austrália privatizou seus principais aeroportos, aplicando limitações de propriedade cruzada, em que acionistas não poderiam operar o aeroporto de Sidney e possuir mais de 15% de participação para operar os outros aeroportos privatizados. Isso levou a uma efetiva competição, gerando altos investimentos em expansão, qualidade dos serviços e baixas taxas, necessitando pouca regulação por parte do governo.

No caso do México, os autores afirmam que também houve restrições sobre propriedade cruzada, o que beneficiou os órgãos reguladores por propiciar uma análise comparativa entre diferentes operadores. Já para o Reino Unido, não houve restrições como nos outros casos, de forma que todos os aeroportos privatizados possuíam o mesmo operador, o que permitiu a obtenção de lucros mesmo com serviços de baixa qualidade, sendo que apenas em 2009 foi determinado que parte desses aeroportos fossem vendidos para outros operadores, de forma a incitar a competição e maior qualidade nos serviços.

2.1.2 PRIVATIZAÇÃO DOS AEROPORTOS BRASILEIROS

De acordo com Silva *et al.* (2019), o ex-presidente Fernando Collor de Melo (1990 a 1992) que introduziu o tema de privatização no Brasil, criando o Programa Nacional de Desestatização (PND), que alcançou um elevado número de grandes empresas estatais. Então, em 2005 foi instituída a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a qual foi atribuída a competência de conceder ou autorizar qualquer exploração da infraestrutura aeroportuária, não prevendo que a delegação de aeroportos seja feita por permissão (TEIXEIRA, 2018).

Entretanto, apenas em 2011 houve a primeira concessão aeroportuária no Brasil, sendo que esse início foi motivado pela necessidade de melhorar e ampliar a defasada infraestrutura de aeroportos no Brasil e alavancar investimentos no setor, algo que o governo não conseguiria realizar, graças ao seu reduzido poder de execução e restrições fiscais (PEREIRA, 2019). Ainda segundo o autor, nesse primeiro momento, isso se tornou urgente devido a Copa do Mundo FIFA de futebol masculino em 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016.

As concessões dos aeroportos brasileiros foram realizadas, a partir de editais e contratos aprovados pelo Tribunal de Contas da União, por meio de leilões entre investidores privados que constituem uma Sociedade de Propósito Específico (SPE), em que o maior lance corresponde ao vencedor, que irá receber a concessão do aeroporto leiloado (TEIXEIRA, 2018). A autora ainda menciona que no modelo brasileiro, o risco de demanda é alocado, em termos gerais, para a concessionária.

Esse processo de privatização ocorreu de forma gradativa, em etapas nomeadas de rodadas, sendo que, até 2020, já haviam sido realizadas 5 rodadas e em 2021 foram realizados os leilões da sexta rodada, entretanto as concessões desta rodada ainda não estão vigentes, até o presente momento. De acordo com Pereira (2019), para cada uma das rodadas existiam regras regulatórias próprias, com exceção da segunda e da terceira rodada, que possuíam a mesma regulamentação e para cada aeroporto haviam certos prazos e gatilhos para a entrega de investimentos obrigatórios.

A seguir, apresenta-se as rodadas realizadas e suas características, até a quinta rodada, de acordo com a ANAC e com o edital do leilão de cada uma delas (ANAC, 2011a; ANAC, 2011b; ANAC, 2013; ANAC, 2016; ANAC, 2018).

2.1.2.1 1ª RODADA

Na primeira rodada concedeu-se, em 2011, apenas o Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante para a construção parcial, manutenção e exploração, feito para servir principalmente a cidade de Natal. Uma vez que não existia nenhuma infraestrutura no local, cabendo a concessionária a construção, esse aeroporto destaca-se por ser um projeto *greenfield* (Silva et al., 2019). O prazo de sua concessão é de 28 anos e ele está em operação desde 2014, sendo controlado pelo consórcio Inframérica.

Esse aeroporto, em 2019, representava 1,1% de todos os passageiros pagos e 0,7% de toda a carga paga e correios do Brasil.

2.1.2.2 2ª RODADA

Nessa rodada foram concedidos, em 2012, os aeroportos Governador André Franco Montoro, de Guarulhos, Viracopos, de Campinas e Presidente Juscelino Kubitschek, de

Brasília, para a ampliação, manutenção e exploração. Nesta rodada foi determinado que a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero) seria sócia das Sociedades de Propósito Específico ganhadoras das concessões, com participação de 49%. Em 2019, esses três aeroportos representavam 32% de todos os passageiros pagos e 56% de toda a carga paga e correios do Brasil.

Também foi determinado que uma mesma entidade ou qualquer entidade relacionada, de forma isolada ou em Consórcio, somente poderiam ser vencedoras de um dos aeroportos presentes nessa rodada. De acordo com Neto *et al.* (2016), essas medidas de participação restritiva, presentes nesta e nas rodadas a seguir, se devem a limitação da propriedade cruzada, de forma a evitar monopólios e incitar a competição entre os aeroportos brasileiros.

Os consórcios administradores dos aeroportos concedidos são a Inframérica, com um prazo de concessão de 25 anos, no aeroporto de Brasília, um consórcio formado pela Invepar e a ACSA, com um prazo de 20 anos, para o aeroporto de Guarulhos e a Aeroportos Brasil Viracopos (ABAV), com um prazo de 30 anos, além da participação já citada da Infraero em cada um desses aeroportos.

2.1.2.3 3ª RODADA

Na terceira rodada foram concedidos, em 2013, os aeroportos Internacionais Antônio Carlos Jobim, Galeão, do Rio de Janeiro e Tancredo Neves, de Confins e Lagoa Santa, destinado para atender principalmente a cidade de Belo Horizonte, para a ampliação, manutenção e exploração. Mais uma vez foi estipulada a participação de 49% da Infraero nas Sociedades de Propósito Específico vencedoras. Os aeroportos dessa rodada envolveram, em 2019, 11% do total de passageiros pagos e 9% do total de carga paga e correios do Brasil.

Novamente, os dois aeroportos presentes nesta rodada deveriam ter como vencedores entidades distintas, sem que haja qualquer relação entre ambas as vencedoras. Ainda foi determinado que os acionistas de uma concessionária ganhadora de uma concessão da segunda rodada não poderiam ter participação igual ou superior a 15% nos consórcios da terceira rodada, considerando o somatório de suas participações.

O prazo de concessão do aeroporto Galeão é de 25 anos, tendo como operador a empresa *Changi Airports Internacional*. Já para o aeroporto de Confins, o prazo é de 30 anos e é operado pelo consórcio BHAirport.

2.1.2.4 4ª RODADA

Nesta rodada foram concedidos, em 2017, os aeroportos Salgado Filho, de Porto Alegre, Deputado Luís Eduardo Magalhães, de Salvador, Hercílio Luz, de Florianópolis e Pinto Martins, de Fortaleza, para a ampliação, manutenção e exploração. A partir desta rodada a Infraero não teria participação nas Sociedades de Propósito Específico vencedoras. Os quatro aeroportos presente nesta rodada totalizam 12% dos passageiros pagos no Brasil e 9% da carga paga e correios, em 2019.

Para a quarta rodada, determinou-se que uma mesma entidade ou qualquer entidade com relação a ela, isoladamente ou em Consórcio, poderá ser vencedora do leilão de concessão de, no máximo, 2 aeroportos desta rodada, desde de que sejam de Regiões Geográficas distintas.

Outro novo elemento desta rodada é a regra de que os ganhadores teriam que efetuar o pagamento de 25% do valor total ofertado no leilão, chamada de outorga total, à vista e no momento da assinatura do contrato. De acordo com Teixeira (2018), isso é um mecanismo para evitar lances irrealizáveis, que gerariam uma valorização da outorga acima da realidade.

A concessionária vencedora do leilão do aeroporto de Fortaleza e do aeroporto de Porto Alegre foi a Fraport Brasil S.A., enquanto a do aeroporto de Florianópolis foi a Floripa *Airport* (*Zurich Airport*) e a do aeroporto de Salvador foi *Vinci Airports*. Todos os prazos de concessão são de 30 anos, com exceção ao aeroporto de Porto Alegre, com prazo de 25 anos.

2.1.2.5 5ª RODADA

Na quinta rodada os aeroportos não foram concedidos individualmente, mas em três blocos: Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. A concessão foi feita, em 2018, para a ampliação, manutenção e exploração dos aeroportos integrantes desses três blocos. O bloco Nordeste é composto pelos aeroportos Gilberto Freyre (Guararapes), de Recife, Zumbi dos Palmares, de Maceió, Santa Maria, de Aracaju, Presidente Castro Pinto, de João Pessoa, Orlando Bezerra de Menezes, de Juazeiro do Norte e o Presidente João Suassuna, de Campina Grande.

O bloco Centro-Oeste é composto pelos aeroportos Marechal Rondon, de Cuiabá, Maestro Marinho Franco, de Rondonópolis, Piloto Osvaldo Marques Dias, de Alta Floresta, Presidente João Batista Figueiredo, de Sinop e o de Barra Do Garças. Por fim, o bloco Sudeste é composto pelos aeroportos Eurico de Aguiar Salles, de Vitória e o de Macaé.

Os aeroportos dessa rodada correspondem a 9% da quantidade de passageiros pagos em 2019 no Brasil e 7% da quantidade de carga paga e correio. Não houveram restrições para consórcios ganharem mais de um leilão, de forma que apenas um consórcio poderia se tornar o administrador dos três blocos desta rodada.

Nessa rodada, os ganhadores devem realizar o pagamento inicial, na data de assinatura do contrato, no valor do lance mínimo somado ao ágio da oferta realizada no leilão pelo consórcio vencedor. Outra diferença dessa rodada é o fato de a outorga ao longo do contrato ser variável, correspondendo a uma porcentagem da receita bruta obtida pelas concessionárias, sendo que do primeiro ao quinto ano não há cobrança de outorga, do sexto ao décimo a porcentagem é crescente, até que, a partir do décimo ano, a porcentagem se torna constante.

Todos os blocos têm prazo de concessão de 30 anos e os consórcios ganhadores dos leilões foram o Consórcio Aeroeste para o bloco do Centro-Oeste, o *Aena Desarrollo Internacional* para o bloco do Nordeste e o *Zurich Airport Latin America* para o bloco do Sudeste.

2.2 ANÁLISE DE EFICIÊNCIA

2.2.1 CONCEITUAÇÃO DE EFICIÊNCIA E DE PRODUTIVIDADE

Está ocorrendo um crescente reconhecimento entre operadores de aeroportos e outras organizações envolvidas nesse setor da importância de uma contínua avaliação do desempenho dos aeroportos e do uso de *benchmarking* (FRAGOUDAKI e GIOKAS, 2016). Ainda segundo esse autor, a realização dessas análises é usada por investidores que se interessam pela privatização de aeroportos para identificar possíveis oportunidades de negócios e por órgãos reguladores para possíveis alterações em suas práticas.

Essa análise de desempenho vem sendo objeto de uma grande quantidade de pesquisas na área de modelagem e otimização aeroportuária (ZOGRAFOS e MADAS, 2006). Para realizar a avaliação do desempenho no setor aeroportuário, vem sendo amplamente utilizada na literatura a eficiência (CHEN *et al.*, 2017; AUGUSTYNIAK, 2009; CHANG *et al.*, 2013; PACHECO *et al.*, 2006), um tema de pesquisa também crescente nos últimos anos (OLARIAGA e MORENO, 2019).

De acordo com Mariano (2008), uma possível definição de eficiência de um sistema é “a capacidade desse sistema de utilizar, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis e de

aproveitar, ao máximo, as condições ambientais para obter o desempenho ótimo em alguma dimensão”. Já segundo Almeida *et al.* (2006), a eficiência pode ser conceituada como a razão entre um indicador de desempenho de um objeto e o seu correspondente máximo e, conseqüentemente, o seu resultado é sempre um valor entre 0 e 1, podendo ser expresso também percentualmente, sendo 1 o valor de uma unidade eficiente.

De forma similar, para Toledo (2019), a eficiência pode ser definida como a relação entre a produção, ou qualquer outro índice de desempenho, verificada e a máxima ou entre os recursos reais e a mínima quantidade de recursos que é preciso para que se alcançar a produção atual. Segundo a autora, eficiência se difere de eficácia, pois essa última se trata da relação entre a produção verificada e a produção meta, ou seja, um objetivo de produção a que se deseja alcançar.

Por fim, a autora elucida a diferença entre a eficiência absoluta e relativa, sendo que a primeira utiliza o valor máximo de um indicador de desempenho, que depende da possibilidade de se determinar, de forma teórica, esse valor, tendo como exemplo a comparação de uma determinada nota com a nota máxima que se pode atingir em uma prova.

Enquanto isso, a eficiência relativa é utilizada quando não é possível mensurar o valor máximo de um indicador, sendo necessário fazer o uso do maior valor, entre as unidades comparadas como o referencial, de máximo. Para o mesmo exemplo, isso significaria comparar uma determinada nota com a maior nota obtida e não a nota máxima.

Outro parâmetro que pode ser confundido com a eficiência é a produtividade, que, de acordo com Mariano (2008), se define como a relação entre um conjunto de saídas, *outputs*, e um conjunto de entradas, *inputs*, de uma dada Unidade Tomadora de Decisão, *Decision Making Unit* (DMU), que é qualquer organização que transforme *inputs* em *outputs*. Assim, enquanto a eficiência envolve o menor desperdício para se atingir um dado objetivo, a produtividade envolve com a relação entre os *outputs* e os *inputs* (ASSAF e GILLEN, 2012)

Segundo Júnior e Wilhelm (2006), a mudança de produtividade pode ser medida por dois índices, o fator parcial de produtividade (FPP), indicando apenas a relação de produtividade entre apenas um *input* e um *output* e o fator total de produtividade (FTP), indicando a relação de produtividade entre diversos *inputs* e *outputs*.

Mariano (2008) ainda afirma que a produtividade pode ser usada como indicador de desempenho para o cálculo da eficiência e quando isso ocorre chama-se a eficiência de

eficiência produtiva. Conforme o autor, essa eficiência produtiva pode ser dividida em eficiência técnica e eficiência de escala, sendo esta última relacionada a economia e deseconomia de escala, ou seja, é um índice que mede o fato de a operação da empresa estar abaixo ou acima de sua escala ótima de produção, ou seja, uma unidade é eficiente de escala quando seu tamanho operacional é ótimo.

Já a eficiência técnica se relaciona com fatores técnicos e de engenharia, que pode ser alterado, por exemplo, pelo treinamento e qualificação dos funcionários, problemas com o maquinário ou qualidade do material utilizado. De acordo com Toledo (2019), a eficiência de técnica isola a eficiência de escala, de forma que o tamanho da empresa não é relevante e concentra-se apenas na análise da produtividade do trabalho, sendo possível uma comparação adequada entre unidades de diferentes escalas.

Assim, tendo em vista a conceituação de eficiência produtiva, de acordo com Iyer e Jain (2019), a eficiência se torna um indicativo da performance de como uma certa quantidade de *inputs* são utilizados para se obter uma certa quantidade de *outputs*. Consequentemente, uma unidade produtiva possui dois objetivos para uma utilização eficiente de recursos: Produzir o máximo possível de *outputs* a partir de uma quantidade específica de *inputs* e produzir uma quantidade específica de *outputs* a partir da mínimo possível de *inputs* (RAY, 2004).

2.2.2 DEA

A Análise Envoltória de Dados, mais conhecida como DEA, do inglês *Data Envelopment Analysis*, é uma técnica que faz uso da programação linear para obter e comparar as eficiências, produtivas ou técnicas, relativas de distintos sistemas, que produzam os mesmos *outputs* a partir dos mesmos *inputs* pela construção de uma fronteira de eficiência (BARBOSA e FUCHIGAMI, 2018).

Nesta técnica, a relação *outputs/inputs* de cada DMU é comparada com a sua projeção na fronteira de eficiência, que é construída de forma empírica de acordo com os dados das próprias DMUs, para a obtenção de sua eficiência. Desta forma, os valores de eficiência do DEA estão sempre entre 0 e 1, sendo 1 a eficiência máxima que se pode alcançar, em que a DMU se encontra na fronteira (MARIANO, 2008).

De acordo com Mello *et al.* (2005), no DEA, cada DMU, para o cálculo desta relação *outputs/inputs*, seleciona seu próprio conjunto de pesos para seus *inputs* e *outputs*, para que se

obtenha a maior eficiência possível, de modo que não haja subjetividade na escolha dos pesos e cada DMU possa ter um conjunto de pesos distinto. Entretanto, para que o resultado dessa seleção de pesos represente uma eficiência, entre 0 e 1, essa técnica impõe que os pesos selecionados para uma DMU quando for aplicado para todas as outras e a ela mesma não podem resultar em um quociente superior a 1, além de que os pesos não podem assumir valores negativos. Ademais, ainda conforme os autores, todos os modelos do DEA são invariantes com a escala de medida, ou seja, medir, por exemplo, um *input* em m² ou km² não interfere no resultado.

Esse método tem como vantagem, se comparado com outros métodos, primeiramente, o fato de que a técnica permite a utilização de múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* simultaneamente e, ainda, não requer fortes premissas relativas a tecnologia de produção ou estrutura dos erros (OUM *et al.*, 1992; ZOU *et al.*, 2015), permitindo sua utilização para a obtenção da eficiência de aeroportos. Além disso, o DEA fornece informações que permitem a comparação entre cada unidade ineficiente dentro de um grupo de unidades similares (NEGAS *et al.*, 2013), de forma que seu *benchmarking* permite a identificação de alvos para a melhoria da eficiência (SHARMA e YU, 2010)

Ressalta-se também que no DEA qualquer desvio da fronteira é tratado como ineficiência e fatores aleatórios não são considerados (RAY, 2004). Desta forma, o modelo e, conseqüentemente, o presente trabalho não abrangem todas as particularidades que potencialmente envolvem cada uma de suas unidades que terão sua eficiência calculada.

2.2.2.1 ORIENTAÇÃO DO DEA

Segundo Toledo (2019), o DEA pode apresentar duas orientações principais para qual cada unidade é comparada com sua projeção na fronteira, a orientação aos *inputs* e aos *outputs*. Sendo que a orientação aos *outputs* busca a maximização dos *outputs* mantendo constantes os *inputs* e a orientação aos *inputs* busca a minimização dos *inputs* mantendo constantes os *outputs*. Na Figura 2.1, elaborada por Mello *et al.* (2005), apresenta-se essas duas formas, supondo uma fronteira de eficiência $f(x)$ ilustrativa e que o eixo X representa os *inputs* e o eixo Y representa os *outputs*.

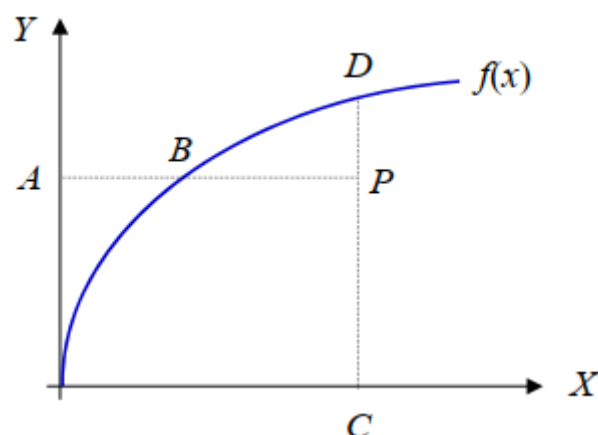


Figura 2.1 Orientações aos *inputs* e aos *outputs*
 Fonte: Mello *et al.* (2005)

Para a orientação aos *inputs* a eficiência produtiva é igual a razão entre AB e AP e para a orientação aos *outputs* é igual a razão entre CP e CD, sendo que em ambos os casos pode se perceber que a eficiência é um valor entre 0 e 1. Percebe-se que a orientação aos *outputs* mantém os *inputs* constantes e caminha em direção aos *outputs*, enquanto o contrário ocorre para uma orientação aos *inputs*.

2.2.2.2 MODELOS PARA DETERMINAÇÃO DA FRONTEIRA

Existem dois principais modelos para a determinação da fronteira de eficiência do DEA, considerados clássicos, o de Retornos Constantes à Escala, que em inglês é o *Constant Returns to Scale* (CRS) e o de Retornos Variáveis à Escala, que em inglês é o *Variante Returns to Scale* (VRS).

O CRS, igualmente conhecido como CCR, em homenagem aos seus desenvolvedores Charnes, Cooper e Rhodes (1978), possui, como sugere seu nome, retornos constantes à escala, isto é, adota-se a hipótese de que *inputs* e *outputs* são proporcionais entre si, de forma que a fronteira de eficiência seja uma reta com ângulo de 45°. Este modelo calcula a eficiência de uma determinada DMU por meio da razão da sua produtividade pela produtividade da DMU mais produtiva, independentemente da escala destas DMUs e não havendo diferença no resultado entre diferentes orientações, e essa eficiência calculada é a eficiência produtiva (MARIANO, 2008).

Ainda segundo o autor, o modelo VRS, também conhecido como BCC, também em homenagem a seus autores Banker, Charnes e Cooper (1984), em que a eficiência de uma

determinada DMU é calculada pela razão entre a sua produtividade e a produtividade da DMU mais produtiva dentre as DMUs com mesmo tipo de retorno a escala que ela, de forma que a eficiência é dependente da escala da unidade. Assim, este modelo tem a fronteira formada por um conjunto de retas com diferentes ângulos, sendo linear por partes, e a eficiência calculado por ele é a eficiência técnica.

Mello *et al.* (2005) apresentou ambas as fronteiras dos modelos apresentados na Figura 2.2:

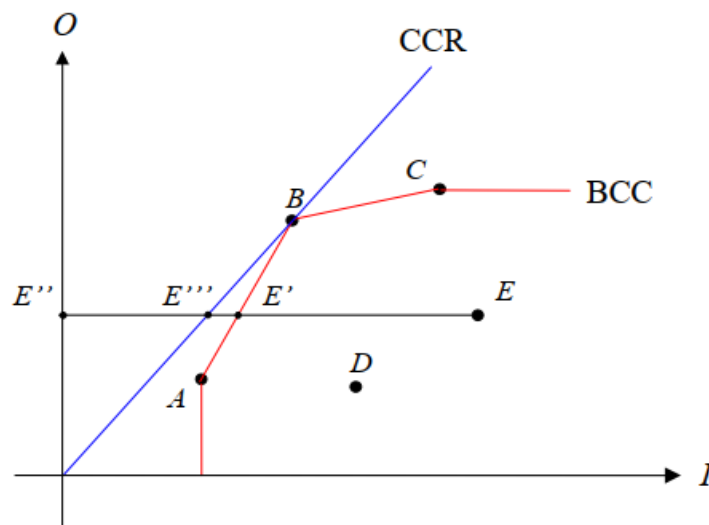


Figura 2.2 Representação das fronteiras dos principais modelos do DEA
 Fonte: Mello *et al.* (2005)

Como citado anteriormente, a eficiência produtiva pode ser decomposta em eficiência técnica e eficiência de escala. De acordo com Belloni (2000), matematicamente, a eficiência produtiva pode ser calculada pela multiplicação da eficiência técnica e de escala, desta forma, muitos autores calculam a eficiência de ambos os modelos para que possam ser obtidas as eficiências de escala das DMUs. O autor também apresenta graficamente a relação dessas três eficiências, representando as ineficiências relativas a cada uma delas, utilizando ambos os modelos e com orientação aos *outputs*, conforme Figura 2.3.

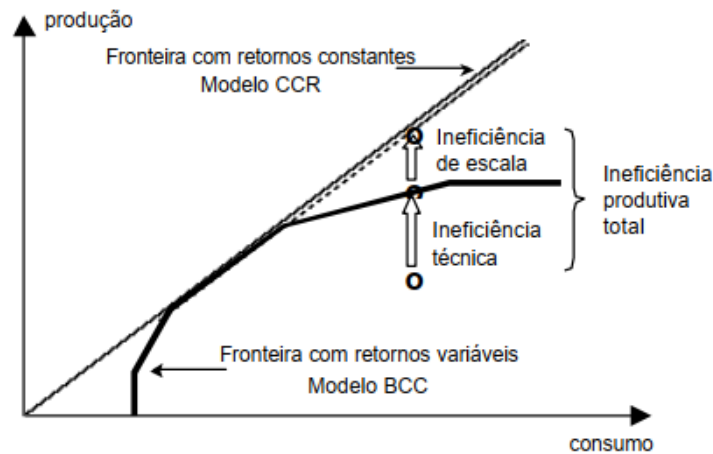


Figura 2.3 Representação da decomposição gráfica das ineficiências
 Fonte: Belloni (2000)

2.2.3 EFICIÊNCIA AEROPORTUÁRIA

Como citado anteriormente, a eficiência aeroportuária é uma área de pesquisa de crescente destaque. Desta forma, apresenta-se uma breve visão geral sobre alguns dos estudos relacionados com o tema.

Os autores Chang *et al.* (2013) avaliaram o desempenho dos aeroportos chineses pelo cálculo de suas eficiências, técnica e de escala, operacionais relativas, utilizando o método do *Data Envelopment Analysis* (DEA) modificado, com restrições nos *inputs*, com auxílio de regressões, comparando-as com as características geográficas e as estratégias de serviço dos aeroportos. Utilizou-se como *inputs* a área das pistas de pouso e decolagem (*runways*), a área dos terminais e as horas do horário comercial de operação de um dia para cada aeroporto, ao passo que os *outputs* foram os movimentos de aeronaves, passageiros e cargas.

Concluiu-se que a distância entre o aeroporto e a principal cidade que ele serve não tem impacto conclusivo na eficiência do aeroporto, enquanto aeroportos que servem cidades mais populosas, aeroportos que são servidos por uma maior quantidade de linhas aéreas e aeroportos capazes de acomodar aeronaves maiores tendem a ter uma maior eficiência.

Para o caso dos aeroportos da Croácia, Rabar *et al.* (2017) buscam, também com o uso do DEA, com *constant returns-to-scale* (CRS) e *variable returns-to-scale* (VRS), orientado aos *inputs*, analisar a eficiência, técnica e de escala, financeira relativa dos sete maiores aeroportos da Croácia no período de 2009 a 2014. Como *inputs* do método, utilizou-se os custos trabalhistas, as despesas totais excluindo os custos trabalhistas e os ativos totais do aeroporto,

enquanto o único *output* é a receita total. Como conclusão, os autores determinaram o aeroporto mais eficiente e indicaram a sua utilização como um *benchmark* para os outros aeroportos e apontaram possíveis soluções para redução de ineficiências.

Tsekeris (2011) utilizou o DEA, com CRS e VRS, orientado aos *outputs*, para medir a eficiência, técnica e de escala, operacional relativa dos aeroportos gregos e analisar fatores que possam ser influentes sobre essa medida. Ele adotou como *inputs* o número de *runways*, as áreas de terminais e de estacionamento para aeronaves e as horas operacionais em um dia, enquanto como *outputs* foram utilizadas a quantidade de passageiros, de cargas e de voos. Esses *inputs* e *outputs* foram também aplicados separadamente para o inverno e o verão.

O autor constatou que o grande fator impactante na eficiência dos aeroportos gregos é a sazonalidade, pois no verão se recebe uma quantidade muito maior de turistas do que no inverno, de forma que os aeroportos ficam subutilizados nesse período.

Já Abbott (2015) mede a eficiência, produtiva, técnica e de escala, operacional relativa dos aeroportos utilizando o DEA com CRS e VRS e com índices Malmquist para analisar a mudança dessa eficiência em um período de 20 anos e, em uma segunda parte, utiliza o DEA para determinar o efeito de economias de escala e diferentes tipos de propriedade na eficiência. Foram utilizados como *inputs* os comprimentos somados das *runways* e as despesas operacionais e como *outputs* o número de movimentos de aeronaves e de passageiros.

Atestou-se, para a primeira parte, que a eficiência melhorou ao longo do período e, para a segunda parte, que aeroportos maiores apresentaram melhor eficiência que os menores, mas, com relação a aeroportos de propriedade privada e do governo, a comparação não foi conclusiva.

De acordo com Pacagnella Junior *et al.* (2020), essa falta de conclusão sobre o tipo de propriedade que é mais eficiente é presente também na literatura científica, não sendo possível verificar um consenso sobre o assunto, tendo artigos que apontam que a propriedade privada é mais eficiente e artigos que indicam o oposto, além de artigos como este último citado, que não encontra diferenças conclusivas entre os tipos de propriedade. De forma que essa questão ainda é uma lacuna a ser preenchida.

Augustyniak (2009) analisa os efeitos da mudança do tipo de propriedade e tamanho dos aeroportos para o Reino Unido no desempenho deles, analisando de 1986 a 2005, e analisa também o desempenho dos aeroportos na Polônia, de 2000 a 2007. Isso é feito por meio da

eficiência calculada a partir do ganho gerado por cada passageiro usando o EBITDA (*Earnings before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization*). Esse é o único artigo analisado cuja eficiência calcula não é produtiva, não possuindo *inputs* e *outputs*, sendo medida por meio dos ganhos financeiros gerados por cada um dos passageiros.

O autor constatou que, no Reino Unido, aeroportos menores obtiveram uma grande taxa de crescimento de eficiência se comparados aos maiores e que aeroportos privatizados possuíram uma eficiência menor que os pertencentes ao governo, apesar de maior taxa de crescimento desse parâmetro. Aeroportos com participação tanto do governo quanto de companhias privadas foram os de pior desempenho.

Os autores Chen *et al.* (2017) investigaram a relação entre o tipo de propriedade e o desempenho em diversos aeroportos na Europa e na Ásia Pacífico, por meio do cálculo da eficiência, operacional e financeira relativa, técnica e tecno-econômica, ambos utilizando o DEA, com VRS, orientação aos *outputs* e certas modificações. Utilizou-se como *inputs* o número de empregados tempo integral do aeroporto, o número de portões para acessar as aeronaves, o número de *runways*, a área total dos terminais e o comprimento médio das *runways*. Já como *outputs* foram utilizados o número de passageiros total, o peso de cargas e correios total, a quantidade de movimentações de aeronaves e as receitas totais do aeroporto.

Obteve-se como resultado que os aeroportos privatizados possuíram ambas as eficiências maiores quando comparada com aeroportos geridos por governos.

Ablanedo-Rosas e Gemoets (2010) visavam examinar o desempenho operacional dos aeroportos mexicanos pela eficiência, produtiva, técnica e de escala, relativa de cada um comparativamente com diversos parâmetros, como o tipo de propriedade, fazendo o uso do DEA, com CRS e VRS, orientado aos *inputs*, e do teste de Wilcoxon. Como *inputs* foram usados os números de operações totais e de passageiros por hora e como *outputs* utilizou-se os movimentos de aeronaves, de passageiros e de toneladas de carga e correio.

Os autores não constaram diferença significativa entre a eficiência de aeroportos privatizados e aqueles pertencentes ao governo. Essa diferença também não foi encontrada entre aeroportos grandes e pequenos, nem entre aeroportos internacionais e domésticos.

Os aeroportos da Colômbia foram os alvos do estudo de Olariaga e Moreno (2019), que tinham como objetivo medir a eficiência, produtiva, operacional relativa desses aeroportos de forma comparativa entre os privatizados e os geridos pelo governo. O método utilizado também

foi o DEA, com CRS, com os *inputs* de número e comprimento das *runways*, número de vagas para aeronaves, área dos terminais para passageiros e a área do pátio de aeronaves, enquanto como *outputs* fez-se o uso do número movimentações de aeronaves, passageiros transportados e carga aérea transportada.

O estudo não foi conclusivo com relação ao tipo de propriedade, pois identificou-se que aeroportos com menor tráfego aéreo tendiam a ter uma eficiência consideravelmente menor, o que se sobrepôs à análise do tipo de propriedade, uma vez que os aeroportos maiores e menores não estão bem distribuídos entre o governo e companhias privadas.

Os autores Silva *et al.* (2019) analisaram a eficiência, técnica, operacional relativa entre os aeroportos brasileiros concedidos na segunda rodada de concessões e dos não concedidos até essa rodada, de forma comparativa, fazendo uso do DEA, com VRS e orientado aos *outputs*, entre 2010 e 2016. Foram escolhidos como *inputs* a área de terminal de passageiros, a quantidade de posições de parada para aeronaves, o comprimento total e quantidade de *runways* e a área de pátio de aeronaves e como *outputs* a movimentação anual de passageiros e de carga. O estudo não foi conclusivo e não foi possível afirmar que as concessões melhoraram a eficiência desses aeroportos concedidos.

Toledo (2019) investigou a eficiência, produtiva técnica e de escala, operacional relativa dos principais aeroportos brasileiros, com enfoque nas concessões destes, por meio do DEA, com CRS e VRS, com orientação aos *outputs*. A autora selecionou como *inputs* a área de terminal de passageiros, o comprimento de *runways*, o número de balcões de *check-in* e o número de posições no pátio para aeronaves e como *outputs* desejáveis a movimentação de passageiros, cargas e aeronaves. Ainda foram utilizados *outputs* indesejáveis, que são incorporados no modelo como *inputs*, sendo eles a porcentagem de cancelamento de voos e a porcentagem de atraso maior que 30 minutos. Essas variáveis foram selecionadas a partir da análise dos coeficientes de correlação entre todo um conjunto de variáveis.

Esse estudo utilizou dados de 2017, sendo que os aeroportos concedidos na quarta rodada de concessões já foram computados como parte dos aeroportos concedidos, o que não ocorreu para aeroportos da quinta rodada. Constatou-se que a média de eficiência dos aeroportos concedidos foi mais alta que a média dos geridos pelo governo, além de que aeroportos chamados de extragrandes tiveram uma maior média de eficiência e os aeroportos menores uma menor média.

Por fim, quando se trata de uma análise da eficiência de aeroportos e de sua variação ao longo do tempo, o autor Abbott (2015), conforme citado, utilizou o Índice Malmquist juntamente com o DEA. Sendo que essa junção do DEA com esse índice é uma metodologia muito utilizada na literatura para essa mensuração da eficiência ao longo de um período de tempo (KADZINSKI, 2016).

Esta metodologia foi utilizada por autores como Fragoudaki e Giokas (2020), que analisaram a eficiência produtiva dos aeroportos gregos entre 2011 e 2015 em um processo prévio a privatização destes, e Fernandes e Pacheco (2018), que analisaram a variação da eficiência, técnica e de escala, dos aeroportos brasileiros em 2009 e 2015, tendo em vista a participação da INFRAERO no cenário de aviação aérea do Brasil antes e depois das concessões de alguns dos seus aeroportos.

Tendo em vista a revisão da literatura feita sobre eficiência aeroportuária, os Quadros 2.1 e 2.2 apresentam os estudos abordaram a eficiência produtiva. O primeiro tem como foco as variáveis de entrada (*inputs*) e as de saída (*outputs*) pelas quais a eficiência é verificada, além das conclusões relativas ao tipo de propriedade dos aeroportos analisados.

Considerando que todos os estudos que abordaram a eficiência produtiva utilizaram o DEA, no Quadro 2.2 são elencados os modelos do DEA utilizados, a orientação desse modelo, quando utilizado o VRS, e se esses estudos abordam ou não o tipo de propriedade. Com relação a orientação, esta não possui distinção no modelo CRS, não sendo indicado nos estudos que utilizaram este modelo. O mesmo também não foi indicado para os estudos que não apresentaram a orientação utilizada.

2.2.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Um dos aspectos identificados na literatura citada, é o uso do DEA para análise de eficiência, por essa ser a natureza da técnica. Entre os estudos identificados sobre a eficiência aeroportuária, apenas um não utilizou o DEA para o cálculo das eficiências, tendo utilizado o EBITDA. Com exceção deste estudo, todos os outros nove autores optaram pelo uso do DEA, justificando-se pelas vantagens deste método, conforme citados anteriormente.

Observando-se os Quadros 2.1 e 2.2 nota-se que, considerando todos os estudos citados, os modelos majoritariamente usados foram os CRS de forma conjunta com o VRS e a orientação mais presente foi a orientação a *output*, sendo aplicada o dobro de vezes que a

orientação a *input*. Tratando-se especificamente dos estudos que abordam o tipo de propriedade dos aeroportos, a utilização do CRS em conjunto com o VRS ainda é majoritário, mas a utilização unicamente do VRS também tem uma proporção relevante.

Com relação aos *inputs* utilizados nos estudos, verificou-se que um *input* muito utilizado foi o de *runway*, medida em quantidade, área e comprimento, tendo sido usado em 7 dos 9 estudos. Outros *inputs* muito utilizados foram os que usaram como medida os terminais, por meio de suas áreas, presente em 6 dos 9 estudos, e os que medem o espaço disponível para a parada de aeronaves, seja por meio da área de pátio, como pelo número de posições de parada nesse pátio, presente em 4 dos 9 estudos.

Todos esses *inputs* citados estão presentes em ambos os estudos que tratam dos aeroportos brasileiros. Nenhum outro *input* possuiu uma frequência relevante, entretanto, destaca-se o *input* “Número de balcões de *check-in*”, o único proveniente de estudos brasileiros que não foi citado.

Com relação a *outputs*, o mais utilizado foi o de número de passageiros, em 8 dos 9 artigos do quadro, seguidos pelos *outputs* de movimentação de aeronaves e de peso de carga e correio, presentes em 7 dos 9 artigos. Outro *output* que se destacou é o de receitas totais, que esteve presente em dois artigos. Também chamaram a atenção os denominados *outputs* indesejáveis do artigo de Toledo (2009), que seriam computados no cálculo do DEA como *inputs*, sendo eles a porcentagem de cancelamento de voos e a porcentagem de atraso maior que de 30 minutos.

Finalmente destaca-se nas conclusões relativas ao tipo de propriedade que, conforme ressaltado por Pacagnella Junior *et al.* (2020), citado anteriormente, não é possível identificar um consenso sobre esse tema na literatura, uma vez que, como mostrado no Quadro 2.1, os resultados são diversos e muitos dos estudos são inconclusivos.

Quadro 2.1 Resumo das variáveis e conclusões encontradas na literatura.

| Estudo | Localidade Analisada | Variáveis de Entrada (<i>Inputs</i>) | Variáveis de saída (<i>Outputs</i>) | Conclusão relativa ao tipo de propriedade |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Chang <i>et al.</i> (2013) | China | - Área das runways - Área dos terminais - Horas operacionais em um dia | - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio | Não abordado |
| Rabar <i>et al.</i> (2017) | Croácia | - Custos trabalhistas - Despesas totais excluindo os custos trabalhistas - Ativos totais | - Receita total | Não abordado |
| Tsekeris (2011) | Grécia | - Número de <i>runways</i> ; - Área dos terminais; - Área do pátio para a parada de aeronaves - Horas operacionais em um dia. | - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio | Não abordado |
| Abbott (2015) | Nova Zelândia | - Comprimento total das <i>runways</i> - Despesas operacionais | - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros | Inconclusiva |
| Chen <i>et al.</i> (2017) | Europa e Ásia Pacífico | - Número de empregados tempo integral - Número de portões para acesso as aeronaves - Área dos terminais - Número de <i>runways</i> - Comprimento médio das <i>runways</i> | - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio - Receitas totais | Aeroportos privatizados foram mais eficientes |
| Ablanedo-Rosas e Gemoets (2010) | México | - Número total de operações - Número de passageiros por hora | - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio | Não há diferença significativa na eficiência |
| Olariaga e Moreno (2019) | Colômbia | - Número de <i>runways</i> - Comprimento total das <i>runways</i> - Número de posições no pátio para a parada de aeronaves - Área do pátio para a parada de aeronaves - Área dos terminais para passageiros | - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio | Inconclusiva |
| Silva <i>et al.</i> (2019) | Brasil | - Número de <i>runways</i> - Comprimento total das <i>runways</i> - Número de posições no pátio para a parada de aeronaves - Área do pátio para a parada de aeronaves | - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio | Inconclusiva |

| | | | | |
|---------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| | | - Área dos terminais para passageiros | | |
| Toledo (2019) | Brasil | - Comprimento total das <i>runways</i> - Número de posições no pátio para a parada de aeronaves - Número de balcões de <i>check-in</i> - Área dos terminais para passageiros | Desejáveis: - Movimentações de aeronaves - Número de passageiros - Peso de Carga e Correio Indesejáveis: - Porcentagem de cancelamento de voos - Porcentagem de atraso maior que 30 minutos | Aeroportos concedidos foram mais eficientes |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 2.2 Resumo dos modelos e orientações do DEA encontrados na literatura

| Estudo | Modelo do DEA | Orientação | Aborda o tipo de propriedade? |
|---------------------------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| Chang <i>et al.</i> (2013) | DEA modificado | - | Não |
| Rabar <i>et al.</i> (2017) | CRS e VRS | <i>Input</i> | Não |
| Tsekeris (2011) | CRS e VRS | <i>Output</i> | Não |
| Abbott (2015) | CRS e VRS | - | Sim |
| Chen <i>et al.</i> (2017) | VRS | <i>Output</i> | Sim |
| Ablanedo-Rosas e Gemoets (2010) | CRS e VRS | <i>Input</i> | Sim |
| Olariaga e Moreno (2019) | CCR | - | Sim |
| Silva <i>et al.</i> (2019) | VRS | <i>Output</i> | Sim |
| Toledo (2019) | CRS e VRS | <i>Output</i> | Sim |

Fonte: Autoria Própria

3 APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DO MÉTODO

A figura 3.1 apresenta as etapas do método proposto neste trabalho. O método é composto por 4 etapas. Na primeira etapa, referente a seleção das DMUs, isto é, dos aeroportos, são definidos os critérios utilizados para a seleção destes para que, em seguida, seja feita a seleção. Já a segunda etapa, que trata da seleção das variáveis, os *inputs* e *outputs*, é iniciada com a coleta de dados para a pré-seleção das variáveis que possuem informações homogêneas para todos os aeroportos abordados neste estudo. Posteriormente, é detalhado e aplicado o uso dos coeficientes de correlação para a seleção final das variáveis.

Na etapa de definição da técnica utilizada, é determinado que o DEA será a técnica utilizada para a obtenção das eficiências técnicas, assim como são definidas as orientações e o modelo de determinação da fronteira. Então, na quarta etapa, a técnica escolhida é aplicada e são obtidas as eficiências técnicas operacionais das DMUs, possibilitando discussões e análises desses resultados, comparando os aeroportos concedidos e não concedidos e, também, os aeroportos de diferentes rodadas.

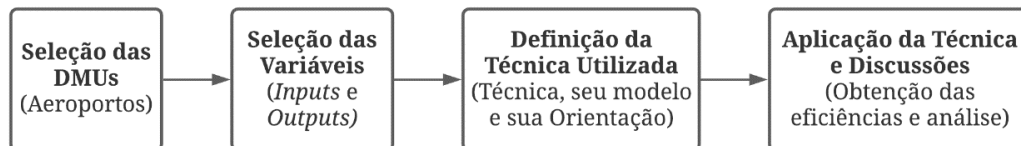


Figura 3.1 Fluxograma das etapas da execução e conclusão do método
Fonte: Autoria própria

Após essa breve descrição dessas etapas, cada uma delas é melhor detalhada nos itens seguintes, já contemplando sua aplicação ao objeto de estudo aqui proposto.

3.1 SELEÇÃO DAS DMUS

Para este estudo as *Decision making units* (DMUs), que como citado, são quaisquer organizações que transformam insumos em produtos, serão parte dos aeroportos brasileiros, que terão a eficiência medida. Os aeroportos selecionados foram os concedidos para iniciativa privada e, também, outros não concedidos, de forma a possibilitar uma análise comparativa entre os aeroportos de propriedade pública e privatizados.

A seleção dos aeroportos foi feita com critérios similares ao sugerido por Toledo (2009), sendo incluídos no estudo todos os aeroportos nacionais brasileiros, ao menos um aeroporto por capital, todos os aeroportos com ao menos 4% de participação no total de pousos e decolagens no Brasil, em 2019 (de acordo com a ANAC), e, finalmente, todos os aeroportos concedidos até a 4ª rodada das concessões, garantindo que possam ser aferidas as eficiências de ao menos dois anos após a concessão, o que não se aplica para os aeroportos concedidos na 5ª rodada.

Assim, foram selecionados um total de 33 aeroportos, apresentados na Tabela 3.1, que serão analisados no ano de 2019. Ressalta-se que, de acordo com Cooper *et al.* (2007), uma maior quantidade de DMUs, para uma mesma quantidade de variáveis, torna o método mais consistente por gerar uma mais adequada fronteira de eficiência, que será descrita em itens

posteriores. Na Tabela 3.1, as células hachuradas de cinza correspondem aos critérios atendidos por cada aeroporto.

Tabela 3.1 Aeroportos selecionados conforme seus critérios de seleção

| Aeroportos Selecionados | Internacional | 1 por Capital | Acima de 4% de participação | Concedidos até a 4ª Rodada |
|--------------------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|
| Aracajú (SBAR) | | | | |
| Belém (SBBE) | | | | |
| Boa Vista (SBBV) | | | | |
| Brasília (SBBR) | | | | |
| Campo Grande (SBCG) | | | | |
| Confins (SBCF) | | | | |
| Cuiabá/Várzea Grande (SBCY) | | | | |
| Curitiba (SBCT) | | | | |
| Florianópolis (SBFL) | | | | |
| Fortaleza (SBFZ) | | | | |
| Foz do Iguaçu (SBFI) | | | | |
| Galeão (SBGL) | | | | |
| Guarulhos (SBGR) | | | | |
| João Pessoa (SBJP) | | | | |
| Macapá (SBMQ) | | | | |
| Maceió (SBMO) | | | | |
| Manaus (SBEG) | | | | |
| Natal/São Gonçalo do Amarante (SBSG) | | | | |
| Navegantes (SBNF) | | | | |
| Porto Alegre (SBPA) | | | | |
| Porto Velho (SBPV) | | | | |
| Recife (SBRF) | | | | |
| Salvador (SBSV) | | | | |
| Santarém (SBSN) | | | | |
| São Luís (SBSL) | | | | |
| Viracopos (SBKP) | | | | |
| Goiânia (SBGO) | | | | |
| Palmas (SBPJ) | | | | |
| Rio Branco (SBRB) | | | | |
| Teresina (SBTE) | | | | |
| Vitória (SBVT) | | | | |
| Santos Dumont (SBRJ) | | | | |
| Congonhas (SBSP) | | | | |

Fonte: Autoria Própria

Dentre os aeroportos selecionados 10 foram concedidos até a 4ª rodadas das concessões, enquanto os outros 23 não foram concedidos até esta rodada. Entretanto, destes 23, 6 foram concedidos na 5ª rodada, que, apesar de não possuir todos os seus aeroportos inclusos, possui

aeroportos que se encaixaram em outros critérios de seleção. Esses aeroportos serão analisados em conjunto com os não concedidos, devido ao pouco tempo de concessão até a coleta dos dados, mas também separadamente, de forma a se fazer uma análise mais detalhada. Desta forma, totalizam-se 16 aeroportos concedidos e 17 não concedidos até o ano de 2019.

3.2 SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

3.2.1 COLETA DE DADOS E PRÉ-SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

Inicialmente foi feita uma pré-seleção das variáveis, coletando todos os dados padronizados disponíveis entre todas as DMUs selecionadas para o ano de 2019, relativos a infraestrutura, operação e movimentação destes, eliminando as variáveis cujos os dados não estivessem disponíveis para todas as unidades.

Para a coleta de dados foram utilizadas as consultas interativas e a lista de aeródromos públicos presentes no sítio eletrônico da ANAC e as Declarações e dados de capacidade disponíveis nos sítios eletrônicos dos aeroportos concedidos, da INFRAERO e da ANAC.

Desta forma, as variáveis cujos dados estavam disponíveis para todos os aeroportos selecionados, para o ano de 2019, são listados na tabela 3.2, totalizando 23 variáveis. Todos os dados que foram coletados são apresentados no apêndice A, conforme o código do aeroporto.

Tabela 3.2 Variáveis pré-selecionadas

| Variável | Abreviação adotada | Input ou Output |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Capacidade de partida do terminal de passageiros | CapTP | Input |
| Capacidade de chegada do terminal de passageiros | CapTC | Input |
| Capacidade total do terminal de passageiros | CapTT | Input |
| Posições de estacionamento de aeronaves de categoria C ou maior | Posic | Input |
| Número de balcões de <i>check in</i> disponíveis | Check | Input |
| Capacidade de pista (movimentos/hora) | CapPis | Input |
| Comprimento da pista 1 (m) | CompP1 | Input |
| Comprimento da pista 2 (m) | CompP2 | Input |
| Comprimento total das pistas (m) | CompT | Input |
| Número de pistas | Npista | Input |
| Área das pistas (m ²) | Apista | Input |
| Área do terminal de Passageiros (m ²) | ATPS | Input |
| Horas diárias de funcionamento (h) | Horas | Input |
| Passageiros domésticos pagos | PassD | Output |
| Passageiros internacionais pagos | PassI | Output |
| Passageiros totais pagos | PassT | Output |
| Carga paga e correio doméstico (Kg) | CargD | Output |
| Carga paga e correio internacional (Kg) | CargI | Output |
| Carga paga e correio total (Kg) | CargT | Output |
| Pousos e decolagens doméstico | PeDD | Output |
| Pousos e decolagens internacional | PeDI | Output |
| Pousos e decolagens total | PeDT | Output |

Fonte: Autoria Própria

3.2.2 CORRELAÇÕES E SELEÇÃO FINAL DAS VARIÁVEIS

Para a seleção das variáveis que serão utilizadas, dentro do conjunto de todas que foram pré-selecionadas, Mariano (2008) aponta a análise de coeficientes de correlação como um adequado método para tal, por indicar quais variáveis melhor se encaixam no modelo a ser utilizado e quais podem ser excluídas. Para isso, se deve buscar utilizar apenas os *inputs* com alta correlação com os *outputs*, de forma a garantir que os *inputs* sejam variáveis explicativas e estejam relacionados com a função de produção.

Ainda segundo o autor, caso a correlação de um *input* com outro *input* ou de um *output* com outro *output* seja excessivamente alta, isso indica redundância entre as duas variáveis, isto é, ambas explicam a mesma coisa, assim uma das duas pode ser eliminada. Neste trabalho, serão considerados como coeficientes excessivamente altos os que sejam maiores que 0,95, enquanto serão considerados, se tratando das correlações entre *inputs* e *outputs*, como suficientemente altos os coeficientes maiores que 0,65.

De acordo com Toledo (2019), essa última condição citada deve ser observada para garantir que o modelo não seja prejudicado com um número excessivo de *inputs* ou *outputs* que apresentam um comportamento semelhante, uma vez que uma quantidade abundante de variáveis, se comparadas com o número de DMUs, pode prejudicar a veracidade dos resultados obtidos.

Assim, a partir da análise dos coeficientes de correlação entre as variáveis, calculados por meio do *software* Excel, serão selecionados os *inputs* e *outputs*. Baseado nestes, serão calculadas as eficiências operacionais dos aeroportos brasileiros, tendo em vista que serão medidas as eficiências com que *inputs* (recursos) relacionados com a infraestrutura e a capacidade dos aeroportos se tornam *outputs* (resultados) que indicam as movimentações em geral dos aeroportos.

Ademais, de acordo com Cooper *et al.* (2007), para, por exemplo, a técnica do DEA, o número limite de DMUs mínimo pode ser orientada pela regra, formulada empiricamente, de que ele deve ser maior que a multiplicação entre o número de *inputs* e os *outputs* e maior que três vezes a soma entre o número de *inputs* e *outputs*.

As tabelas 3.3 e 3.4 apresentam os coeficientes obtidos, sendo que as células cinzas apresentam a correlação entre *inputs* e *inputs*, as azuis entre *outputs* e *outputs* e as verdes entre *inputs* e *outputs*.

Com relação aos *outputs*, existem três grupos, os de passageiros pagos, carga paga e correio e pousos e decolagens, sendo que cada um desses é subdividido em suas frações doméstica e internacional e no total, que abrange os dois anteriores. Para todos esses grupos serão utilizados os valores totais, por contemplar ambas as frações e evitar o uso de um número excessivo de variáveis, o que poderia prejudicar a veracidade dos resultados.

Ainda se tratando dos *outputs*, é notável a alta correlação entre as variáveis “Passageiros totais pagos” e “Pousos e decolagens totais”, de 0,99, o que indica uma alta redundância e sendo desnecessário o uso dos dois. Desta forma, a variável “Pousos e decolagens totais”, de menores correlações com os *inputs*, pode ser descartada, restando apenas duas variáveis de *output*, a de “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”.

Já a respeito dos *inputs*, a variável “Horas diárias de funcionamento” possui coeficientes de correlação negativos com os *outputs*, não estando relacionada com a função produção e podendo ser descartada. Dentre os *inputs* restantes, seis deles são medidas da pista de pouso e

decolagem, sendo que a variável “Capacidade de pista” é a que possui melhores correlações com os *outputs*, enquanto as outras, que representam fatores similares, podem ser descartadas por possuírem menores correlações com os *outputs*, sendo elas as variáveis “Comprimento da pista 1”, “Comprimento da pista 2”, “Comprimento total das pistas”, “Número de pistas” e “Área das pistas”.

Quatro variáveis são medidas do terminal de passageiros, as três de “capacidade do terminal de passageiros” (de partida, de chegada e total) e a “área do terminal de passageiros”, representando fatores similares, sendo que todas possuem altas correlações com os *outputs*. Essas variáveis possuem elevadas correlações entre si, de forma que são redundantes, sendo desnecessário o uso de todas elas.

Neste caso, serão descartadas as três variáveis de “capacidade do terminal de passageiros”, pois, apesar de serem dados constantes em nas Declarações de Capacidade de todos aeroportos deste estudo, em cada um deles há uma divergência na nomenclatura desta capacidade, sendo alguns chamados de “capacidade dinâmica do terminal de passageiros”, outros de “capacidade estática do terminal de passageiros” e outros apenas “capacidade do terminal de passageiros”. Como a forma como essas capacidades são determinadas e calculadas não são especificadas, esses dados possuem uma menor confiabilidade e, por isso, as variáveis serão descartadas.

Assim, a relação final de variáveis conta com 4 *inputs*, sendo eles “Posições de estacionamento de aeronaves de categoria C ou maior”, “Número de balcões de *check in* disponíveis”, “Capacidade de pista” e “Área do terminal de passageiros”, e 2 *outputs*: “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”.

Tabela 3.3 Coeficientes de correlação entre as variáveis pré-selecionadas – Parte 1

| Variáveis | PassD | PassI | PassT | CargD | CargI | CargT | PeDD | PeDI | PeDT | CapTP | CapTC |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| PassD | 1,00 | 0,68 | 0,97 | 0,82 | 0,64 | 0,74 | 0,99 | 0,69 | 0,99 | 0,89 | 0,84 |
| PassI | | 1,00 | 0,83 | 0,85 | 0,89 | 0,91 | 0,63 | 1,00 | 0,76 | 0,86 | 0,75 |
| PassT | | | 1,00 | 0,89 | 0,76 | 0,85 | 0,95 | 0,84 | 0,99 | 0,94 | 0,87 |
| CargD | | | | 1,00 | 0,82 | 0,93 | 0,79 | 0,86 | 0,85 | 0,87 | 0,88 |
| CargI | | | | | 1,00 | 0,98 | 0,64 | 0,92 | 0,74 | 0,81 | 0,71 |
| CargT | | | | | | 1,00 | 0,72 | 0,93 | 0,82 | 0,87 | 0,81 |
| PeDD | | | | | | | 1,00 | 0,65 | 0,98 | 0,87 | 0,84 |
| PeDI | | | | | | | | 1,00 | 0,77 | 0,88 | 0,77 |
| PeDT | | | | | | | | | 1,00 | 0,93 | 0,88 |
| CapTP | | | | | | | | | | 1,00 | 0,92 |
| CapTC | | | | | | | | | | | 1,00 |
| CapTT | | | | | | | | | | | |
| Posic | | | | | | | | | | | |
| Check | | | | | | | | | | | |
| CapPis | | | | | | | | | | | |
| CompP1 | | | | | | | | | | | |
| CompP2 | | | | | | | | | | | |
| CompT | | | | | | | | | | | |
| Npista | | | | | | | | | | | |
| Apista | | | | | | | | | | | |
| ATPS | | | | | | | | | | | |
| Horas | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autoria Própria

Tabela 3.4 Coeficientes de correlação entre as variáveis pré-selecionadas – Parte 2

| Variáveis | CapTT | Posic | Check | CapPis | CompP1 | CompP2 | CompT | Npista | Apista | ATPS | Horas |
|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|------|-------|
| PassD | 0,88 | 0,74 | 0,81 | 0,79 | 0,38 | 0,49 | 0,64 | 0,46 | 0,61 | 0,74 | -0,31 |
| PassI | 0,82 | 0,64 | 0,94 | 0,52 | 0,55 | 0,47 | 0,62 | 0,24 | 0,61 | 0,82 | 0,09 |
| PassT | 0,92 | 0,76 | 0,91 | 0,76 | 0,46 | 0,52 | 0,68 | 0,43 | 0,65 | 0,82 | -0,21 |
| CargD | 0,89 | 0,68 | 0,91 | 0,67 | 0,54 | 0,49 | 0,62 | 0,32 | 0,61 | 0,79 | 0,03 |
| CargI | 0,77 | 0,62 | 0,85 | 0,46 | 0,54 | 0,26 | 0,50 | 0,49 | 0,49 | 0,83 | 0,10 |
| CargT | 0,85 | 0,67 | 0,91 | 0,56 | 0,57 | 0,35 | 0,57 | 0,45 | 0,56 | 0,85 | 0,07 |
| PeDD | 0,87 | 0,76 | 0,78 | 0,78 | 0,37 | 0,43 | 0,60 | 0,52 | 0,57 | 0,75 | -0,33 |
| PeDI | 0,84 | 0,67 | 0,95 | 0,54 | 0,58 | 0,46 | 0,64 | 0,30 | 0,63 | 0,85 | 0,10 |
| PeDT | 0,92 | 0,79 | 0,87 | 0,77 | 0,44 | 0,47 | 0,65 | 0,51 | 0,62 | 0,82 | -0,25 |
| CapTP | 0,98 | 0,87 | 0,95 | 0,80 | 0,63 | 0,57 | 0,77 | 0,47 | 0,76 | 0,93 | -0,03 |
| CapTC | 0,98 | 0,84 | 0,90 | 0,81 | 0,60 | 0,60 | 0,73 | 0,42 | 0,72 | 0,90 | 0,03 |
| CapTT | 1,00 | 0,87 | 0,94 | 0,82 | 0,63 | 0,59 | 0,77 | 0,45 | 0,75 | 0,93 | 0,00 |
| Posic | | 1,00 | 0,80 | 0,83 | 0,72 | 0,65 | 0,77 | 0,50 | 0,76 | 0,90 | 0,06 |
| Check | | | 1,00 | 0,68 | 0,61 | 0,56 | 0,72 | 0,33 | 0,71 | 0,91 | 0,02 |
| CapPis | | | | 1,00 | 0,61 | 0,70 | 0,79 | 0,44 | 0,78 | 0,73 | -0,04 |
| CompP1 | | | | | 1,00 | 0,45 | 0,68 | 0,26 | 0,72 | 0,72 | 0,52 |
| CompP2 | | | | | | 1,00 | 0,91 | 0,29 | 0,90 | 0,49 | 0,16 |
| CompT | | | | | | | 1,00 | 0,55 | 0,99 | 0,74 | 0,15 |
| Npista | | | | | | | | 1,00 | 0,52 | 0,52 | -0,13 |
| Apista | | | | | | | | | 1,00 | 0,73 | 0,20 |
| ATPS | | | | | | | | | | 1,00 | 0,10 |
| Horas | | | | | | | | | | | 1,00 |

Fonte: Autoria Própria

Desta forma, os coeficientes de correlação entre apenas as variáveis que serão utilizadas são resumidos na tabela 3.5.

Tabela 3.5 Coeficientes de correlação entre as variáveis selecionadas

| Variáveis | PassT | CargT | Posic | Check | CapPis | ATPS |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| PassT | 1,00 | 0,85 | 0,76 | 0,91 | 0,76 | 0,82 |
| CargT | | 1,00 | 0,67 | 0,91 | 0,56 | 0,85 |
| Posic | | | 1,00 | 0,80 | 0,83 | 0,90 |
| Check | | | | 1,00 | 0,68 | 0,91 |
| CapPis | | | | | 1,00 | 0,73 |
| ATPS | | | | | | 1,00 |

Fonte: Autoria Própria

Apesar de terem sido evitados correlações excessivamente altas de *inputs* com *inputs* e de *outputs* com *outputs*, é perceptível que algumas destas correlações ainda podem ser consideradas altas, entretanto elas foram mantidas por representarem diferentes elementos da infraestrutura aeroportuária. Foram também realizados diversos testes com relação a aplicação do DEA com retirada de variáveis e verificou-se que todas têm um impacto nas eficiências técnicas dos aeroportos. Os resultados destes testes são expostos no Apêndice B.

Ressalta-se que o número mínimo de DMUs para uma determinada quantidade de variáveis, proposta por Cooper *et al.* (2007), é respeitada, uma vez que a multiplicação entre os números de *inputs* e *outputs* é 8 e três vezes a somada entre o número de variáveis é 18, de forma que o número mínimo de DMUs é de 18 e serão utilizados 33 neste trabalho.

3.3 DEFINIÇÃO DA TÉCNICA UTILIZADA

Devido às vantagens citadas anteriormente, à sua ampla aplicação e recomendação na literatura e à sua aplicabilidade ao objeto desta pesquisa, a técnica que será utilizada para obtenção das eficiências técnicas das DMUs será o DEA.

Com relação a orientação da técnica, apesar da maior parte da literatura relativa a utilização do DEA para a obtenção da eficiência de aeroportos utilizar a orientação aos *outputs* (TSEKERIS, 2011; CHEN *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2019; TOLEDO, 2019), neste estudo serão aplicadas as duas orientações, separadamente, para que se possa analisar os resultados em cada um dos casos.

Já se tratando do modelo para definição da fronteira, conforme ressaltado nos Tópicos Conclusivos da revisão da literatura, em estudos que abordam a eficiência de aeroportos de acordo com o tipo de propriedade, a modelagem da fronteira mais utilizada foi a do uso conjunto do CRS com o VRS, de forma a obter as eficiências produtiva, técnica e de escala, seguida pela modelagem apenas pelo VRS, obtendo apenas a eficiência técnica.

Pelo fato de a eficiência de escala não ser objeto deste estudo, por não conduzir a conclusões relativas a mudança eficiência de aeroportos concedidos, e já havendo na literatura evidências de economia de escala no ramo aeroportuário (CHANG *et al.*, 2013; ABOTT, 2015; OLARIAGA e MORENO, 2019; TOLEDO, 2019), o que pode tornar a eficiência produtiva imprecisa, por ser influenciada pela escala das DMUs, optou-se pelo uso do modelo VRS para este estudo.

De acordo com Belloni (2000) o modelo escolhido, por ser livre de qualquer dificuldade devido a escala de produção, permite a utilização de DMU de portes distintos, o que possibilita a utilização de diversos aeroportos brasileiros, independentemente do tamanho.

Desta forma, para a aplicação do DEA, nos moldes definidos anteriormente, com o modelo de determinação da fronteira VRS e com as abordagens com orientação para *inputs* e para *outputs*, utilizou-se o *software* citado DEAP Versão 2.1, disponível no sítio eletrônico da Universidade de Queensland.

3.4 APLICAÇÃO DA TÉCNICA E DISCUSSÕES

As eficiências obtidas, utilizando o *software* citado, para cada aeroporto, são apresentadas na tabela 3.6, de acordo com a orientação utilizada.

Primeiramente, nota-se que a principal diferença entre a mudança de orientação de *inputs* para *outputs*, neste caso, é o decréscimo generalizado das eficiências, com a exceção do aeroporto de Brasília, cuja eficiência aumentou de 69% para 74%, e das unidades eficientes, que são as mesmas para ambas as orientações. Desta forma, os aeroportos ineficientes possuem, em geral, um caminho mais fácil para atingir a eficiência pela minimização dos *inputs* do que pela maximização dos *outputs*.

Tabela 3.6 Resultados das eficiências técnicas obtidas para aeroporto

| Aeroporto | Estado | Eficiências | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Orientação aos <i>Inputs</i> | Orientação aos <i>Outputs</i> |
| Aracajú (SBAR) | Concedido (5ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| Boa vista (SBBV) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Congonhas (SBSP) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Florianópolis (SBFL) | Concedido (4ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| Fortaleza (SBFZ) | Concedido (4ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| Guarulhos (SBGR) | Concedido (2ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| João Pessoa (SBJP) | Concedido (5ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| Navegantes (SBNF) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Palmas (SBPJ) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Recife (SBRF) | Concedido (5ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| Santarém (SBSN) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Santos Dumont (SBRJ) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Teresina (SBTE) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Viracopos (SBKP) | Concedido (2ª Rodada) | 1,00 | 1,00 |
| Manaus (SBEG) | Não concedido | 1,00 | 1,00 |
| Porto Velho (SBPV) | Não concedido | 0,99 | 0,93 |
| Rio Branco (SBRB) | Não concedido | 0,88 | 0,34 |
| Goiânia (SBGO) | Não concedido | 0,88 | 0,78 |
| Belém (SBBE) | Não concedido | 0,80 | 0,73 |
| Macapá (SBMQ) | Não concedido | 0,80 | 0,36 |
| Cuiabá/Várzea Grande (SBCY) | Concedido (5ª Rodada) | 0,79 | 0,66 |
| Porto Alegre (SBPA) | Concedido (4ª Rodada) | 0,76 | 0,69 |
| Vitória (SBVT) | Concedido (5ª Rodada) | 0,74 | 0,62 |
| Salvador (SBSV) | Concedido (4ª Rodada) | 0,73 | 0,63 |
| Campo Grande (SBCG) | Não concedido | 0,72 | 0,66 |
| Maceió (SBMO) | Concedido (5ª Rodada) | 0,71 | 0,46 |
| Brasília (SBBR) | Concedido (2ª Rodada) | 0,69 | 0,74 |
| Curitiba (SBCT) | Não concedido | 0,68 | 0,55 |
| Foz do Iguaçu (SBFI) | Não concedido | 0,67 | 0,39 |
| Confins (SBCF) | Concedido (3ª Rodada) | 0,63 | 0,54 |
| São Luís (SBSL) | Não concedido | 0,60 | 0,46 |
| Galeão (SBGL) | Concedido (3ª Rodada) | 0,49 | 0,48 |
| Natal/São Gonçalo do Amarante (SBSG) | Concedido (1ª Rodada) | 0,47 | 0,27 |

Fonte: Autoria Própria

Entretanto, para o caso do cálculo da eficiência operacional de aeroportos, em que os *inputs* são medidas da infraestrutura e da capacidade física dos aeroportos, a minimização desses elementos nem sempre é possível ou faz sentido. Assim, o ideal é que seja utilizada a orientação aos *outputs* para o cálculo e análise da eficiência, uma vez que esta orientação busca a maximização dos *outputs*, que se referem, neste caso, à movimentação de passageiros e cargas.

São, no total, 15 aeroportos eficientes, com 8 que ainda não foram concedidos e, dos 7 que são concedidos, 3 foram concedidos em 2018 e 2 em 2017, sendo que apenas 2 estão concedidos há um maior período de tempo, os aeroportos de Viracopos e de Guarulhos, desde 2012.

Os aeroportos com piores eficiências, relativas a orientação a *output*, são os de Natal, concedido em 2011, com 27% de eficiência, o aeroporto de Rio Branco, não concedido, com 34% e o de Macapá, também não concedido, com 36%.

Evidencia-se a ineficiência desses aeroportos ao compará-los com outros de movimento de passageiros e cargas parecidos, como o aeroporto de Goiânia, que possui um movimento um pouco superior que do aeroporto de Natal, mas uma eficiência de 78%, por utilizar praticamente a metade dos balcões de *check in* e possuir uma capacidade de pista e área de terminal menores, indicando que parte da capacidade do aeroporto de Natal não é adequadamente utilizada.

Destaca-se que o aeroporto de Natal foi o único aeroporto do programa de concessão dos aeroportos brasileiros que foi um projeto *greenfield*, isto é, toda a infraestrutura do aeroporto foi construída pela mesma concessionária que passou a operá-lo.

A mesma comparação pode ser feita entre os aeroportos de Palmas, 100% eficiente, e o de Macapá, ambos com movimentações semelhantes. O primeiro, apesar de possuir uma capacidade de pista um pouco superior ao segundo, possui menos posições de estacionamento, 36% menos balcões de *check in* e menos da metade de área de terminal, indicando que o aeroporto de Palmas também possui uma subutilização da sua capacidade, o que justifica sua ineficiência.

Para que se possa comparar o desempenho dos aeroportos concedidos, a tabela 3.7 apresenta a média das eficiências dos aeroportos de cada rodada, assim como dos não concedidos, para a orientação aos *outputs*. Ressalta-se que não foram colocados entre as DMUs todos os aeroportos da 5ª rodada, estando apenas os que foram selecionados por outros critérios, por haver apenas 1 ano da concessão até o ano da coleta dos dados.

Tabela 3.7 Média das eficiências técnicas obtidas por rodada de concessões

| Rodada da concessão | Ano da concessão | Quantidade de DMUs | Eficiência média |
|---------------------|------------------|--------------------|------------------|
| 1ª Rodada | 2011 | 1 | 0,27 |
| 2ª Rodada | 2012 | 3 | 0,91 |
| 3ª Rodada | 2013 | 2 | 0,51 |
| 4ª Rodada | 2017 | 4 | 0,83 |
| 5ª Rodada | 2018 | 6 | 0,79 |
| Não concedidos | - | 17 | 0,78 |

Fonte: Autoria Própria

Devido à pequena quantidade de DMUs em algumas das rodadas, o que pode prejudicar a análise da eficiência dos aeroportos concedidos como um todo, a tabela 3.8 retrata a eficiência média de diferentes rodadas agrupadas.

Tabela 3.8 Média das eficiências técnicas obtidas com agrupamento de rodadas

| Rodadas de Concessão | Anos dos inícios das concessões | Eficiência média |
|----------------------------|---------------------------------|------------------|
| 1ª a 3ª Rodada | 2011 a 2013 | 0,67 |
| 1ª a 4ª Rodada | 2011 a 2017 | 0,74 |
| 1ª a 5ª Rodada | 2011 a 2018 | 0,76 |
| 5ª Rodada e não concedidos | 2018 | 0,78 |
| Não concedidos | - | 0,78 |

Fonte: Autoria Própria

Observa-se dessas médias que as eficiências dos aeroportos concedidos para iniciativa privada, principalmente se contabilizados os concedidos apenas nas três primeiras rodadas, que são as únicas que possuem uma vigência da concessão por um período considerável até 2019, são inferiores aos que não foram concedidos, mesmo se contabilizados os aeroportos que foram concedidos em 2018 juntamente com os não concedidos, uma vez que estes possuem uma eficiência média de 78% e os concedidos nas três primeiras rodadas possuem uma eficiência média de 67%.

Isso não significa que não haja aeroportos concedidos nas rodadas iniciais com bom desempenho, que é o caso dos aeroportos da segunda rodada, que atingiram uma eficiência média de 91%, liderados pelos dois aeroportos eficientes de Viracopos e Guarulhos. Todavia, a eficiência média dos aeroportos privatizados nessas rodadas foi reduzida pelo mal desempenho dos aeroportos da primeira e terceira rodada, compostos pelos aeroportos de Natal, com 27% de eficiência, de Galeão, com 48%, e de Confins, com 54%.

Nota-se também que se todos os aeroportos concedidos entre os DMUs forem considerados, a eficiência média desses aeroportos, de 76%, se aproxima da eficiência média dos aeroportos não concedidos, de 78%, mas ainda se mantém inferior. Entretanto esse aumento

de eficiência média ocorre graças a contabilização das altas eficiências das quartas e quintas rodadas, com médias de 83% e 79%, respectivamente, que possuem pouco tempo da concessão vigente até o ano de coleta de dados.

Devido ao pequeno tempo desde sua concessão, os aeroportos da quinta rodada também tiveram sua média de eficiência contabilizada em conjunto com os aeroportos não concedidos, entretanto, não houve uma modificação significativa na eficiência média com a inclusão destes aeroportos, uma vez que ela se manteve em 78%.

É importante destacar que no Brasil, conforme citado anteriormente, se atrelou investimentos obrigatórios ao processo de concessão dos aeroportos brasileiros, alguns já no início da concessão e outros dependentes de gatilhos, e esses investimentos, para o caso dos aeroportos das três primeiras rodadas, envolvem a melhoria e expansão da infraestrutura existente, sendo que para esses aeroportos, as melhorias iniciais já foram entregues, gerando, assim, um aumento considerável e repentino nos *inputs* em questão. Isso pode gerar uma redução das eficiências desses aeroportos, uma vez que os *outputs* podem não acompanhar, de forma imediata, esses aumentos de *inputs*, ocasionando uma capacidade ociosa.

Já com relação a quarta, os investimentos obrigatórios começariam a ser entregues apenas do final de 2019 em diante, não sendo contabilizados nos dados desse estudo. Isso também ocorre com os aeroportos concedidos na quinta rodada, que foi feita em 2018, de forma que os investimentos obrigatórios existentes têm prazos de entrega apenas posteriores a 2019.

Como este estudo analisa apenas a eficiência com que aeroportos utilizam suas infraestruturas para gerar movimentações de passageiros e aeronaves, outro ponto que deve ser destacado é a relação entre essa eficiência operacional e outros parâmetros relacionados com o nível de qualidade de serviços, com a satisfação dos passageiros e o conforto dos aeroportos, uma vez que um aeroporto com uma infraestrutura que possa gerar serviços de alta qualidade, pode possuir uma eficiência baixa por não utilizar sua capacidade no limite. Por outro lado, aeroportos que processam mais passageiros que sua infraestrutura permitiria com um bom nível de serviço, gerando, por exemplo, muitas filas e tempos de espera, provavelmente teriam uma alta eficiência.

4 CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES GERAIS

A privatização de aeroportos mundialmente, conforme citado anteriormente, é um processo que tem como um de seus principais objetivos a melhoria da eficiência destes, porém não há um consenso sobre essa melhora e os estudos sobre o tema possuem diversas conclusões. Neste âmbito, esse estudo buscou analisar a eficiência técnica dos aeroportos concedidos no Brasil, comparativamente com outros não concedidos, procurando averiguar se o citado ganho de eficiência factualmente ocorre.

Após a análise e interpretação dos resultados obtidos, conclui-se que, no âmbito operacional, o aumento da eficiência almejado com a concessão dos aeroportos não ocorreu no Brasil até o ano de 2019. Foi verificado que o contrário disso aconteceu, principalmente para os aeroportos da primeira e da terceira rodada ou, se contabilizada a média das eficiências para os aeroportos das três primeiras rodadas, que são os que estão a um maior período de tempo concedidos.

Isso significa que no Brasil, as privatizações dos aeroportos não alcançaram um dos seus principais objetivos, gerando um efeito até mesmo negativo na eficiência técnica operacional deles, o que levanta questionamentos sobre a efetividade das concessões. Entretanto, deve-se destacar que os resultados obtidos podem ser uma consequência de como a privatização foi feita no Brasil e não da privatização em si.

Pelo fato citado de que no Brasil, principalmente nas primeiras rodadas, atrelou-se à concessão investimentos obrigatórios em infraestrutura, o que gera um aumento repentino dos *inputs* utilizados e uma tendência de queda, em um primeiro momento, da eficiência técnica operacional, uma vez que a movimentação de cargas e passageiros pode não acompanhar esse aumento de capacidade em um futuro próximo. Isso pode indicar que talvez parte desses investimentos não fossem necessários em um primeiro momento, como foram feitos, uma vez que estão gerando uma capacidade ociosa.

Por outro lado, atrelar esses investimentos às concessões foi uma forma do governo de delegar para o setor privado grandes investimentos, que seriam necessários, principalmente para as primeiras rodadas devido aos eventos esportivos de 2014 e 2016 que ocorreriam no Brasil, e para, além da melhoria da própria capacidade, o aumento da qualidade e dos níveis de serviços dos aeroportos brasileiros.

Outro ponto importante relativo a como as concessões foram feitas, que pode ter prejudicado a eficiência dos aeroportos privatizados, é relativo a forma em que é definido o vencedor da concessão e a outorga. De acordo com Texeira (2018), o fato do vencedor ser definido como o que oferece o pagamento de maiores outorgas, por meio de um leilão, pode fazer com que as outorgas propostas cheguem a valores exorbitantes, acima dos seus valores reais, o que torna muitas vezes inviável e insustentável arcar com elas ao longo do contrato, o que ocorre em alguns aeroportos brasileiros concedidos.

Ainda segundo o autor, isso pode prejudicar a concessionária, o governo, que pode não receber os valores das outorgas corretamente, e o aeroporto, que pode ter sua gestão e resultados prejudicados pela má situação financeira da concessionária. Devido a isso, nas concessões das 4ª e 5ª rodadas já foram feitos alguns ajustes nos valores das parcelas e na forma de como seriam pagas as outorgas para evitar essas questões.

Desta forma, este estudo se mostra de grande importância por diagnosticar as concessões brasileiras possuem problemas com relação a sua eficiência operacional, se caracterizando como um alerta para as privatizações aeroportuárias brasileiras e a forma como elas são feitas, indicando a necessidade de aperfeiçoamento destas, algo já começou a ser feito nas rodadas mais recentes.

4.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O principal empecilho para este trabalho foi a falta de dados padronizados e homogêneos entre os aeroportos brasileiros, uma vez que inicialmente desejava-se fazer, além da análise comparativa entre as eficiências dos aeroportos concedidos e não concedidos, o cálculo da evolução dessa eficiência ao longo dos anos por meio do Índice Malmquist, entre 2010 e 2019, mas a escassez desses dados padronizados para anos distintos inviabilizou que essa análise fosse realizada, até mesmo para um período reduzido de anos.

Mesmo para anos em que todos os aeroportos possuíam, por exemplo, a declaração de capacidade, os dados de cada um não eram coincidentes. Enquanto isso, para outros anos, a declaração de capacidade havia sido feita, mas apenas as declarações mais recentes eram disponibilizadas. Desta maneira, o estudo foi restringido para apenas o ano de 2019, em que havia uma maior e mais padronizada base de dados. Além disso, alguns sítios eletrônicos,

principalmente o da INFRAERO, apresentavam constantes instabilidades, permanecendo dias inacessíveis, o que também dificultou a coleta dos dados.

Outro fator limitante do trabalho é a quantidade pequena de aeroportos com um período de tempo considerável desde suas concessões, como é o caso das três primeiras rodadas, com apenas 6 aeroportos, de forma que caso haja um aeroporto com eficiência muito destoante, ele terá uma grande influência sobre a média desses 6 aeroportos. Além disso, mesmo esses 6 aeroportos não possuem um tempo desde as suas concessões tão elevado.

Finalmente, como citado anteriormente, o DEA não considera fatores aleatórios e qualquer desvio da fronteira é considerado como ineficiência (RAY, 2004). Assim, a técnica e, portanto, este trabalho, não abrangem todas as particularidades que potencialmente envolvem cada um dos aeroportos, como, por exemplo, o perfil dos passageiros ou outras características específicas da região em que os aeroportos se inserem.

4.3 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Entretanto para complementar este estudo para que uma análise e um diagnóstico mais completo sobre as concessões brasileiras possa ser feito, sugere-se que alguns outros estudos sejam feitos.

Primeiramente, é importante que seja feito uma análise comparativa entre a eficiência operacional dos aeroportos e a qualidade e nível de serviço que ele oferece, afinal, aeroportos podem possuir uma alta eficiência operacional, produzindo muita movimentação de passageiros e cargas com uma infraestrutura enxuta, como consequência de ambientes excessivamente cheios, filas, grandes tempos de espera dentro e fora das aeronaves, falta de locais para se sentar e poucas opções de alimentação, por exemplo.

Em contrapartida a isso, outros aeroportos podem possuir um maior nível de conforto, agilidade e opções e isso acarretar menores eficiências operacionais. Assim, deve ser analisado se isso realmente ocorre, as consequências disso e como aliar uma boa eficiência operacional com bons níveis de serviço.

É relevante que futuramente também sejam feitos novos estudos sobre o tema para que se possa analisar se diversos aspectos. Inicialmente, é preciso que se faça uma nova análise comparativa da eficiência técnica operacional dos aeroportos brasileiros concedidos e não

concedidos em um momento que tenham passado um período considerável desde as concessões das três primeiras rodadas. Podendo, assim, averiguar se as infraestruturas atualmente ociosas passaram a ser utilizadas em sua totalidade por meio do aumento dos *outputs* e, conseqüentemente, da eficiência ou se elas foram de fato desnecessárias ou não aproveitadas.

Outra questão importante de se analisar em momentos futuros, em que o espaço amostral de tempo desde as últimas rodadas de concessão seja razoável, é o comportamento da eficiência operacional destas últimas rodadas com a das primeiras, para que seja verificado se as mudanças implementadas, principalmente com relação aos valores e pagamentos das outorgas surtiram efeito e elas influenciaram a eficiência dos aeroportos brasileiros. Esses maiores intervalos de tempo desde as concessões devem permitir que haja mais aeroportos concedidos que estejam a mais tempo controlados pelas concessionárias, de forma que os resultados podem ser mais verossímeis e consistentes.

Além disso, sugere-se que seja apurado como a eficiência técnica operacional dos aeroportos das rodadas posteriores reagem às suas melhorias de infraestrutura obrigatórias e como reagem a concessão de aeroportos em blocos, como ocorreu na quinta rodada de concessões. Se recomenda, também, que sejam feitos mais estudos sobre como evitar que essa questão das outorgas se torne um problema, tornando-a algo plausível para a concessionária.

Por fim, recomenda-se que sejam feitos estudos que abordem a eficiência técnica financeira dos aeroportos concedidos e não concedidos, para verificar se a gestão financeira privada dos aeroportos brasileiros é mais eficiente que a gestão de entidades governamentais, e compara-la com a eficiência técnica operacional desses aeroportos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, M. *Reform and efficiency of New Zealand's airports*. Utilities Policy, v. 36, p. 1-9, 2015.

ABLANEDO-ROSAS, J. H.; GEMOETS, L. A. *Measuring the efficiency of Mexican airports*. Journal of Air Transport Management, v. 16, n. 6, p. 343-345, 2010.

AGUIRRE, J. *Granting airport concessions for regional development: Evidence from Peru*. Transport Policy, v. 74, p. 138-152, 2019.

ALMEIDA, M. R. *et al. Princípios Básicos para uma proposta de ensino sobre análise por envoltória de dados*. Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006.

ANAC. *6ª rodada de concessões de aeroportos*. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes/sexta-rodada/sexta-rodada>>. Acesso: 04 out. 2020.

ANAC. *Anuário do Transporte Aéreo 2019*. 2019. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo>>. Acesso: 9 out. 2020.

ANAC. *Concessões*. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes>>. Acesso: 14 out. 2020.

ANAC. *Consulta Interativa – Indicadores do Mercado de transporte Aéreo*. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/consulta-interativa/demanda-e-oferta-origem-destino>>. Acesso: 27 fev. 2021.

ANAC. *Declarações de Capacidade de Infraestrutura Aeroportuária*. Disponível em <<https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/empresas/slot/declaracoes-de-capacidade>>. Acesso 17 mar. 2021.

ANAC. *Edital do leilão nº 01/2011 Concessão para construção parcial, manutenção e exploração do Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante*. 2011.

ANAC. *Edital do leilão nº 01/2013 Concessão para ampliação, manutenção e exploração dos Aeroportos Internacionais do Rio de Janeiro/Galeão – Antonio Carlos Jobim, na cidade do Rio de Janeiro/RJ, e Tancredo Neves/Confins, nos municípios de Confins/MG e de Lagoa Santa/MG*. 2013.

ANAC. *Edital do leilão nº 01/2016 Concessão para ampliação, manutenção e exploração dos Aeroportos de Porto Alegre – Salgado Filho, de Salvador – Deputado Luís Eduardo Magalhaes, de Florianópolis – Hercílio Luz e de Fortaleza – Pinto Martins*. 2016.

ANAC. *Edital do leilão nº 01/2018 Concessão para ampliação, manutenção e exploração dos Aeroportos integrantes dos blocos Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste*. 2018.

ANAC. *Edital do leilão nº 02/2011 Concessão para ampliação, manutenção e exploração dos Aeroportos Internacionais Governador André Franco Montoro, na cidade de Guarulhos/SP*,

Viracopos, na cidade de Campinas/SP e Presidente Juscelino Kubitschek, na cidade de Brasília/DF. 2011.

ANAC. *Edital do leilão nº [...] /20[...] Concessão para ampliação, manutenção e exploração dos Aeroportos integrantes dos blocos Sul, Central e Norte*. 2020.

ANAC. *Lista de aeródromos públicos*. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/aceso-a-informacao/dados-abertos/areas-de-atuacao/aerodromos/lista-de-aerodromos-publicos>>. Acesso: 12 mar. 2021.

ANAC. *Sítio eletrônico*. Disponível em < <https://www.gov.br/anac/pt-br>>. Acesso 15 mar. 2021.

ASSAF, A. G.; GILLEN, D. *Measuring the joint impact of governance form and economic regulation on airport efficiency*. European journal of operational research, v. 220, n. 1, p. 187-198, 2012.

ATAG. *Aviation benefits beyond borders global report*. 2020. Disponível em: <https://aviationbenefits.org/media/167186/abbb2020_full.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2020.

AUGUSTYNIAK, W. *Impact of privatization on airport performance: analysis of Polish and British airports*. Journal of International Studies, v. 2, n. 1, p. 59-65, 2009.

BARBOSA, F. C.; FUCHIGAMI, H. Y. *Análise Envoltória de Dados Teoria e Aplicações práticas*. Ultra, ed. 1, 2018.

BARROS, C. P. *Airports in Argentina: Technical efficiency in the context of an economic crisis*. Journal of Air Transport Management, v. 14, n. 6, p. 315-319, 2008.

BELLONI, J. A. *Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

BENDICK, M. J. *Privatizing the delivery of social welfare services: An idea to be taken seriously*. Privatization and welfare state, p. 97-120, 1989.

CARNEY, M.; MEW, K. *Airport governance reform: a strategic management perspective*. Journal of Air Transport Management, v. 9, n. 4, p. 221-232, 2003.

CHANG, Y. C. *et al. Evaluating the performance of Chinese airports*. Journal of Air Transport Management, v. 31, p. 19-21, 2013.

CHEN, Y. H. *et al. The relationship between airport performance and privatisation policy: A nonparametric metafrontier approach*. Journal of Transport Geography, v. 62, p. 229-235, 2017.

COOPER, W. W. *et al. Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*. Springer US, ed. 2, 2007.

COPENHAGEN ECONOMICS. *Airport competition in Europe*, 2012. Disponível em: <<https://www.copenhageneconomics.com/dyn/resources/Publication/publicationPDF/5/195/0/>>

Copenhagen%20Economics%20Study%20-%20Airport%20Competition%20in%20Europe.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

FERNANDES, E.; PACHECO, R. R. *Managerial performance of airports in Brazil before and after concessions*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 118, p. 245-257, 2018.

FRAGOUDAKI, A.; GIOKAS, D. *Airport efficiency in the dawn of privatization: The case of Greece*. Journal of Air Transport Management, v. 86, p. 101821, 2020.

FRAGOUDAKI, A.; GIOKAS, D. *Airport performance in a tourism receiving country: Evidence from Greece*. Journal of Air Transport Management, v. 52, p. 80-89, 2016.

GILL, T. *Argentinian airport fray*. Airline Business, v. 14, n. 9, 1998.

INFRAERO. *Portal da Transparência – Capacidade Operacional*. Disponível em <<https://transparencia.infraero.gov.br/capacidade-operacional/>>. Acesso 17 mar. 2021.

INFRAERO. *Sítio eletrônico*. Disponível em <<https://www4.infraero.gov.br/>>. Acesso 15 mar. 2021.

IYER, K. C.; JAIN, S. *Performance measurement of airports using data envelopment analysis: A review of methods and findings*. Journal of Air Transport Management, v. 81, p. 101707, 2019.

JUNIOR, A. M. M.; WILLHELM, V. E. *Índice de Malmquist aplicado na avaliação da produtividade de soja na região de Guarapuava*. Revista Capital Científico-Eletrônica, v. 4, n. 1, p. 51-65, 2006.

KADZIŃSKI, M. *et al.* *Integrated framework for robustness analysis using ratio-based efficiency model with application to evaluation of Polish airports*. Omega, v. 67, p. 1-18, 2017.

MARIANO, E. B. *Sistematização e comparação de técnicas, modelos e perspectivas não-paramétricas de análise de eficiência produtiva*. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2008.

MEGGINSON, W. *Privatization*. Foreign Policy, n. 118, p. 14-27. 2000.

MELLO, J. C. C. B. S. *et al.* *Curso de análise de envoltória de dados*. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, v. 37, p. 2520-2547, 2005.

NEGAS, E. R. *et al.* *Introduction to data envelopment analysis*. Efficiency measures in the agricultural sector. Springer, Dordrecht, 2013. p. 37-50.

NETO, C. M. S. P. *et al.* *Pro-competition rules in airport privatization: International experience and the Brazilian case*. Journal of Air Transport Management, v. 54, p. 9-16, 2016.

OLARIAGA, O. D.; AMAYA, E. G. *Análisis de la influencia de la privatización de aeropuertos en el pronóstico de la demanda de pasajeros. El caso de Colombia*. Revista Transporte y Territorio, v. 22, p. 94-113, 2020.

OLARIAGA, O. D.; MORENO, L. P. *Measurement of airport efficiency. The case of Colombia*. Transport and Telecommunication Journal, v. 20, n. 1, p. 40-51, 2019.

OUM, T. H. *et al. Concepts, methods and purposes of productivity measurement in transportation*. Transportation Research Part A: Policy and Practice, v. 26, n. 6, p. 493-505, 1992.

OUM, T. H. *et al. Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world's major airports*. Journal of air Transport management, v. 12, n. 3, p. 109-121, 2006.

PACAGNELLA JUNIOR, A. C. *et al. Infrastructure and Flight Consolidation Efficiency of Public and Private Brazilian International Airports: A Two-Stage DEA and Malmquist Index Approach*. Journal of Advanced Transportation, v. 2020, 2020.

PACHECO, R. R. *et al. Management style and airport performance in Brazil*. Journal of Air Transport Management, v. 12, n. 6, p. 324-330, 2006.

PARK, J. W. *et al. The privatization of Korea's Incheon international airport*. Journal of Air Transport Management, v. 17, n. 4, p. 233-236, 2011.

PEREIRA, E. S. *Concessões aeroportuárias, finanças e regulação: uma aplicação do modelo Fleuriet*. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de Brasília, 2019.

RABAR, D. *et al. An empirical analysis of airport efficiency: the Croatian case*. Croatian Operational Research Review, v. 8, n. 2, p. 471-487, 2017.

RAY, S. C.; *Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research*. Cambridge university press, 2004.

REBELO, J. *Medição da evolução da produtividade total dos factores: o índice de Malmquist*. Gestão e desenvolvimento, v. 9, p. 43-79, 2000.

SHARMA, M. J.; YU, S. J. *Benchmark optimization and attribute identification for improvement of container terminals*. European Journal of Operational Research, v. 201, n. 2, p. 568-580, 2010.

SILVA, F. G. F. *et al. Análise dos ganhos de eficiência dos aeroportos concedidos no primeiro grupo de leilões brasileiros*. 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, p. 313-324, 2019.

TEIXEIRA, L. M. A. *Proposta de mecanismo para mensuração de valor de outorga em concessões aeroportuárias*. Tese (Doutorado em Transportes) - Universidade de Brasília, 2018

TOLEDO, F. S. *Eficiência operacional de aeroportos brasileiros usando análise envoltória de dados (DEA)*. Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, 2019.

TSEKERIS, T. *Greek airports: Efficiency measurement and analysis of determinants*. Journal of Air Transport Management, v. 17, n. 2, p. 140-142, 2011.

UNIVERSIDADE DE QUEENSLAND. *Software, CEPA*. Disponível em: <<https://economics.uq.edu.au/cepa/software>>. Acesso: 27 mar. 2021.

XU, F. *et al. Multi-airport privatization in a Japanese region with trip-chain formation*. *Journal of Air Transport Management*, v. 80, p. 101690, 2019.

ZOGRAFOS, K. G.; MADAS, M. A. *Development and demonstration of an integrated decision support system for airport performance analysis*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2006.

ZOU, B. *et al. US airport financial reform and its implications for airport efficiency: An exploratory investigation*. *Journal of Air Transport Management*, v. 47, p. 66-78, 2015.

APÊNDICE A1 - DADOS COLETADOS DAS VARIÁVEIS PRÉ-SELECIONADAS

Tabela A1.1 Dados coletados 1

| Variável | SBGR | SBSP | SBBR | SBKP | SBGL | SBRJ |
|----------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|
| CapTP | 9.607 | 3.235 | 4.200 | 3.400 | 5.220 | 1.880 |
| CapTC | 10.073 | 3.645 | 5.999 | 4.000 | 5.632 | 1.766 |
| CapTT | 19.680 | 6.880 | 10.199 | 7.400 | 10.852 | 3.646 |
| Posic | 94 | 29 | 69 | 61 | 92 | 21 |
| Check | 375 | 78 | 95 | 72 | 174 | 51 |
| CapPis | 55 | 41 | 72 | 35 | 54 | 29 |
| CompP1 | 3.700 | 1.940 | 3.200 | 3.240 | 4.000 | 1.323 |
| CompP2 | 3.000 | 1.345 | 3.300 | 0 | 2.930 | 1.260 |
| CompT | 6.700 | 3.285 | 6.500 | 3.240 | 6.930 | 2.583 |
| Npista | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| Apista | 301.500 | 147.825 | 292.500 | 145.800 | 317.710 | 93.366 |
| ATPS | 360.000 | 64.579 | 110.000 | 206.000 | 280.681 | 19.000 |
| Horas | 24 | 17 | 24 | 24 | 24 | 17 |
| AeroC | 9 | 7 | 9 | 9 | 9 | 7 |
| PassD | 27.825.944 | 22.280.427 | 15.919.985 | 9.233.148 | 9.340.528 | 8.931.281 |
| PassI | 14.429.498 | 0 | 649.289 | 934.277 | 4.315.569 | 0 |
| PassT | 42.255.442 | 22.280.427 | 16.569.274 | 10.167.425 | 13.656.097 | 8.931.281 |
| CargD | 221.482.392 | 55.778.162 | 75.919.527 | 50.304.612 | 38.683.315 | 6.599.083 |
| CargI | 365.936.955 | 0 | 1.295.499 | 200.481.281 | 63.113.425 | 0 |
| CargT | 587.419.347 | 55.778.162 | 77.215.026 | 250.785.893 | 101.796.740 | 6.599.083 |
| PeDD | 201.498 | 172.066 | 117.109 | 99.220 | 69.124 | 82.392 |
| PeDI | 73.082 | 0 | 4.321 | 10.663 | 24.505 | 0 |
| PeDT | 274.580 | 172.066 | 121.430 | 109.883 | 93.629 | 82.392 |

Fonte: Autoria Própria

Tabela A1.2 Dados coletados 2

| Variável | SBCF | SBSV | SBPA | SBRF | SBCT | SBFZ |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| CapTP | 2.928 | 2.650 | 3.015 | 1.848 | 1.965 | 1.250 |
| CapTC | 4.293 | 1.886 | 3.567 | 2.844 | 4.425 | 1.800 |
| CapTT | 7.221 | 4.536 | 6.582 | 4.692 | 6.390 | 3.050 |
| Posic | 84 | 53 | 18 | 16 | 24 | 20 |
| Check | 104 | 52 | 57 | 64 | 62 | 43 |
| CapPis | 35 | 30 | 28 | 29 | 24 | 28 |
| CompP1 | 3.000 | 3.003 | 2.280 | 3.007 | 2.218 | 2.545 |
| CompP2 | | 1.518 | 0 | 0 | 1.798 | |
| CompT | 3.000 | 4.521 | 2.280 | 3.007 | 4.016 | 2.545 |
| Npista | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Apista | 135.000 | 203.445 | 102.600 | 135.315 | 180.720 | 114.525 |
| ATPS | 132.000 | 69.750 | 68.000 | 52.000 | 112.176 | 35.000 |
| Horas | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| AeroC | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| PassD | 10.290.897 | 6.893.480 | 7.594.753 | 8.060.092 | 6.300.123 | 6.512.778 |
| PassI | 421.031 | 430.062 | 502.256 | 529.702 | 77.663 | 547.576 |
| PassT | 10.711.928 | 7.323.542 | 8.097.009 | 8.589.794 | 6.377.786 | 7.060.354 |
| CargD | 32.316.969 | 37.083.363 | 28.940.337 | 49.916.700 | 17.890.721 | 40.640.424 |
| CargI | 5.834.833 | 9.253.237 | 3.168.058 | 10.963.856 | 10.605.595 | 9.776.626 |
| CargT | 38.151.802 | 46.336.600 | 32.108.395 | 60.880.556 | 28.496.316 | 50.417.050 |
| PeDD | 96.735 | 55.120 | 61.461 | 67.846 | 58.258 | 44.244 |
| PeDI | 2.416 | 2.627 | 4.587 | 3.014 | 1.802 | 3.047 |
| PeDT | 99.151 | 57.747 | 66.048 | 70.860 | 60.060 | 47.291 |

Fonte: Autoria Própria

Tabela A1.3 Dados coletados 3

| Variável | SBFL | SBAR | SBBE | SBBV | SBCG | SBCY |
|----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| CapTP | 1.254 | 634 | 1.160 | 360 | 563 | 1.020 |
| CapTC | 1.266 | 610 | 1.816 | 330 | 563 | 2.820 |
| CapTT | 2.520 | 1.244 | 2.976 | 690 | 1.126 | 3.840 |
| Posic | 11 | 4 | 14 | 5 | 11 | 17 |
| Check | 41 | 20 | 34 | 11 | 28 | 26 |
| CapPis | 17 | 9 | 20 | 21 | 24 | 22 |
| CompP1 | 2.400 | 2.200 | 2.800 | 2.700 | 2.600 | 2.300 |
| CompP2 | 1.500 | | 1.830 | | | |
| CompT | 3.900 | 2.200 | 4.630 | 2.700 | 2.600 | 2.300 |
| Npista | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Apista | 175.500 | 99.000 | 208.350 | 121.500 | 117.000 | 103.500 |
| ATPS | 9.540 | 10.714 | 22.737 | 4.798 | 7.215 | 14.500 |
| Horas | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| AeroC | 9 | 7 | 9 | 7 | 7 | 7 |
| PassD | 3.468.442 | 1.111.097 | 3.376.542 | 339.677 | 1.480.247 | 2.885.235 |
| PassI | 259.632 | 0 | 164.845 | 117 | 0 | 0 |
| PassT | 3.728.074 | 1.111.097 | 3.541.387 | 339.794 | 1.480.247 | 2.885.235 |
| CargD | 9.854.524 | 3.007.465 | 21.817.517 | 1.559.162 | 5.841.514 | 9.223.539 |
| CargI | 16.637 | 0 | 581.442 | 0 | 0 | 0 |
| CargT | 9.871.161 | 3.007.465 | 22.398.959 | 1.559.162 | 5.841.514 | 9.223.539 |
| PeDD | 28.608 | 9.377 | 26.759 | 2.414 | 12.890 | 25.580 |
| PeDI | 2.059 | 0 | 1.317 | 5 | 0 | 0 |
| PeDT | 30.667 | 9.377 | 28.076 | 2.419 | 12.890 | 25.580 |

Fonte: Autoria Própria

Tabela A1.4 Dados coletados 4

| Variável | SBFI | SBJP | SBMQ | SBMO | SBEG | SBSG |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| CapTP | 953 | 965 | 736 | 970 | 1.460 | 1.991 |
| CapTC | 1.053 | 525 | 917 | 1.120 | 4.840 | 1.898 |
| CapTT | 2.006 | 1.490 | 1.653 | 2.090 | 6.300 | 3.889 |
| Posic | 10 | 6 | 5 | 19 | 23 | 18 |
| Check | 36 | 28 | 25 | 24 | 87 | 42 |
| CapPis | 16 | 9 | 12 | 28 | 26 | 30 |
| CompP1 | 2.195 | 2.515 | 2.100 | 2.602 | 2.700 | 3.000 |
| CompP2 | 0 | | 0 | | | |
| CompT | 2.195 | 2.515 | 2.100 | 2.602 | 2.700 | 3.000 |
| Npista | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Apista | 98.775 | 113.175 | 94.500 | 117.090 | 121.500 | 180.000 |
| ATPS | 24.188 | 9.464 | 27.000 | 22.000 | 79.502 | 40.000 |
| Horas | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| AeroC | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 9 |
| PassD | 2.215.937 | 1.319.772 | 601.026 | 2.083.119 | 2.826.562 | 2.197.459 |
| PassI | 73.240 | 1.545 | 0 | 13.387 | 127.943 | 87.197 |
| PassT | 2.289.177 | 1.321.317 | 601.026 | 2.096.506 | 2.954.505 | 2.284.656 |
| CargD | 722.009 | 4.918.954 | 3.070.874 | 3.181.806 | 94.654.680 | 7.697.634 |
| CargI | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.633.304 | 3.998.672 |
| CargT | 722.009 | 4.918.954 | 3.070.874 | 3.181.806 | 121.287.984 | 11.696.306 |
| PeDD | 16.610 | 9.940 | 4.513 | 15.121 | 25.976 | 16.178 |
| PeDI | 628 | 52 | 0 | 57 | 2.609 | 620 |
| PeDT | 17.238 | 9.992 | 4.513 | 15.178 | 28.585 | 16.798 |

Fonte: Autoria Própria

Tabela A1.5 Dados coletados 5

| Variável | SBNF | SBPV | SBSN | SBSL | SBGO | SBPJ |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| CapTP | 533 | 628 | 169 | 942 | 1.200 | 300 |
| CapTC | 563 | 720 | 447 | 1.097 | 1.179 | 424 |
| CapTT | 1.096 | 1.348 | 616 | 2.039 | 2.379 | 724 |
| Posic | 6 | 5 | 8 | 10 | 18 | 4 |
| Check | 21 | 22 | 20 | 40 | 23 | 16 |
| CapPis | 12 | 21 | 20 | 20 | 26 | 16 |
| CompP1 | 1.701 | 2.400 | 2.400 | 2.385 | 2.500 | 2.500 |
| CompP2 | 0 | | | 1.464 | | |
| CompT | 1.701 | 2.400 | 2.400 | 3.849 | 2.500 | 2.500 |
| Npista | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Apista | 76.545 | 108.000 | 108.000 | 173.205 | 112.500 | 112.500 |
| ATPS | 5.200 | 7.875 | 1.607 | 10.700 | 34.000 | 12.331 |
| Horas | 18 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| AeroC | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 |
| PassD | 1.873.214 | 730.345 | 476.765 | 1.599.302 | 3.108.632 | 567.409 |
| PassI | 13.487 | 0 | 0 | 1.011 | 0 | 3 |
| PassT | 1.886.701 | 730.345 | 476.765 | 1.600.313 | 3.108.632 | 567.412 |
| CargD | 4.010.753 | 3.735.087 | 2.995.423 | 5.515.751 | 13.136.676 | 3.071.993 |
| CargI | 15.826 | 0 | 0 | 31.454 | 0 | 0 |
| CargT | 4.026.579 | 3.735.087 | 2.995.423 | 5.547.205 | 13.136.676 | 3.071.993 |
| PeDD | 15.508 | 5.878 | 5.258 | 12.482 | 29.506 | 5.948 |
| PeDI | 132 | 0 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| PeDT | 15.640 | 5.878 | 5.262 | 12.486 | 29.507 | 5.950 |

Fonte: Autoria Própria

Tabela A1.6 Dados coletados 6

| Variável | SBRB | SBTE | SBVT |
|----------|-----------|-----------|------------|
| CapTP | 556 | 619 | 1.166 |
| CapTC | 500 | 505 | 1.486 |
| CapTT | 1.056 | 1.124 | 2.652 |
| Posic | 5 | 6 | 22 |
| Check | 16 | 16 | 31 |
| CapPis | 20 | 12 | 26 |
| CompP1 | 2.158 | 2.200 | 1.750 |
| CompP2 | | | 2.058 |
| CompT | 2.158 | 2.200 | 3.808 |
| Npista | 1 | 1 | 2 |
| Apista | 97.110 | 99.000 | 171.360 |
| ATPS | 12.800 | 4.263 | 31.850 |
| Horas | 24 | 24 | 24 |
| AeroC | 7 | 7 | 8 |
| PassD | 347.960 | 1.153.690 | 3.242.778 |
| PassI | 0 | 0 | 0 |
| PassT | 347.960 | 1.153.690 | 3.242.778 |
| CargD | 1.501.517 | 3.755.393 | 21.418.712 |
| CargI | 0 | 0 | 1.114.607 |
| CargT | 1.501.517 | 3.755.393 | 22.533.319 |
| PeDD | 3.481 | 8.814 | 27.554 |
| PeDI | 0 | 0 | 70 |
| PeDT | 3.481 | 8.814 | 27.624 |

Fonte: Autoria Própria

APÊNDICE A2 – TESTES DA EFICIÊNCIA TÉCNICA COM A RETIRADA DE VARIÁVEIS

A tabela A2.1 contém os resultados das eficiências técnicas, pelo uso do DEA, com orientação aos *outputs*, dos testes com retiradas de variáveis do conjunto escolhido. Abaixo estão listadas as variáveis em cada um destes testes:

- 1º Teste – *Inputs*: “Posições de estacionamento de aeronaves de categoria C ou maior”, “Número de balcões de *check in* disponíveis”, “Capacidade de pista” e “Área do terminal de passageiros”. *Outputs*: “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”;
- 2º Teste – *Inputs*: “Posições de estacionamento de aeronaves de categoria C ou maior”, “Número de balcões de *check in* disponíveis” e “Capacidade de pista”. *Outputs*: “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”;
- 3º Teste – *Inputs*: “Posições de estacionamento de aeronaves de categoria C ou maior”, “Número de balcões de *check in* disponíveis” e “Área do terminal de passageiros”. *Outputs*: “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”;
- 4º Teste – *Inputs*: “Número de balcões de *check in* disponíveis”, “Capacidade de pista” e “Área do terminal de passageiros”. *Outputs*: “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”;
- 5º Teste – *Inputs*: “Posições de estacionamento de aeronaves de categoria C ou maior”, “Capacidade de pista” e “Área do terminal de passageiros”. *Outputs*: “Passageiros totais pagos” e “Carga paga e correio total”;

Tabela A2.1 Resultados das eficiências técnicas dos testes realizados

| Aeroporto | 1° Teste | 2° Teste | 3° Teste | 4° Teste | 5° Teste |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Guarulhos (SBGR) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Congonhas (SBSP) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Brasília (SBBR) | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,65 |
| Viracopos (SBKP) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,76 |
| Galeão (SBGL) | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,48 | 0,37 |
| Santos Dumont (SBRJ) | 1,00 | 0,68 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Confins (SBCF) | 0,54 | 0,54 | 0,45 | 0,54 | 0,50 |
| Salvador (SBSV) | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,64 | 0,50 |
| Porto Alegre (SBPA) | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,61 | 0,69 |
| Recife (SBRF) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,83 | 1,00 |
| Curitiba (SBCT) | 0,55 | 0,55 | 0,45 | 0,55 | 0,50 |
| Fortaleza (SBFZ) | 1,00 | 0,87 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Florianópolis (SBFL) | 1,00 | 0,57 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Aracajú (SBAR) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Belém (SBBE) | 0,73 | 0,62 | 0,72 | 0,74 | 0,70 |
| Boa vista (SBBV) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Campo Grande (SBCG) | 0,66 | 0,29 | 0,66 | 1,00 | 1,00 |
| Cuiabá/Várzea Grande (SBCY) | 0,66 | 0,59 | 0,66 | 0,69 | 0,59 |
| Foz do Iguaçu (SBFI) | 0,39 | 0,39 | 0,37 | 0,39 | 0,39 |
| João Pessoa (SBJP) | 1,00 | 1,00 | 0,66 | 1,00 | 1,00 |
| Macapá (SBMQ) | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,22 | 0,36 |
| Maceió (SBMO) | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,23 |
| Manaus (SBEG) | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,99 |
| Natal/São Gonçalo do Amarante (SBSG) | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,26 | 0,24 |
| Navegantes (SBNF) | 1,00 | 0,89 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Porto Velho (SBPV) | 0,93 | 0,48 | 0,93 | 0,39 | 0,93 |
| Santarém (SBSN) | 1,00 | 0,21 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| São Luís (SBSL) | 0,46 | 0,28 | 0,46 | 0,45 | 0,46 |
| Goiânia (SBGO) | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,33 |
| Palmas (SBPJ) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,62 | 1,00 |
| Rio Branco (SBRB) | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,23 | 0,21 |
| Teresina (SBTE) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Vitória (SBVT) | 0,62 | 0,57 | 0,62 | 0,62 | 0,49 |
| Média | 0,77 | 0,67 | 0,75 | 0,73 | 0,72 |

Fonte: Autoria Própria